N. ILIOIU • GH. IVANOVICI

MEMORATOR DE METROLOGIE

EDITURA TEHNICĂ

Scanned with OKEN Scanner

Ing. N. ILIOIU * Ing. GH. IVANOVICI

MEMORATOR DE METROLOGIE

Scanned with OKEN Scanner

MEMORATORUL DE METROLOGIE

2014

Cuprinde într-o prezentare succintă, bazată pe un însemnat material tabelar, datele și indicațiile necesare pentru activitatea practică a tuturor celor care efectuează măsurări, în toate ramurile economiei naționale. Se prezintă definițiile și terminologia de bază a măsurărilor, organizarea laboratoarelor și punctelor metrologice, sistemele de unități folosite în țară, cu tabele de transformare, etaloanele și păstrarea lor, erorile de măsurare, măsurările tip și aparatele de măsurat folosite, aparatele și măsurile supuse obligatoriu la verificarea de stat.

Lucrarea a fost împărțită în două volume. Prezentul volum include cunoștințele metrologice generale (terminologia, calculele cu mărimi și cu valori, erorile de măsurare etc) și cunoștințele de specialitate privind domeniul mărimilor geometrice (lungime, unghi, suprafață, volum-capacitate) și al timpului (durata, viteza, accelerația, frecvența etc). Cel de al doilea volum va cuprinde cunoștințele de specialitate privind celelalte domenii de mărimi (mecanice, electrice, termice, analitice, fotometrice, acustice etc.) inclusiv cunoștințele necesare organizării laboratoarelor metrologice, precum și un index de noțiuni pentru întreaga lucrare.

Se adresează, în primul rînd metrologilor din industrie și agricultură, cum și tuturor acelora care în întreprinderi, instituții, institute de cercetări și proiectări, trebuie să efectueze măsurarea diferitelor mărimi și procese fizice.

Scanned with OKEN Scanner

PREFAȚĂ

Istoria evoluției tehnicii demonstrează că fiecare nivel nou de precizie atins în măsurări, fiecare metodă nouă de măsurare și fiecare domeniu nou de mărimi supus măsurării, deschid noi și imediate posibilități și perspective, atît în scopuri practice, cît și în scopuri științifice.

Introdusă recent ca disciplină aparte, Metrologia[1]*, ramură tînără a științelor fizice — dar și cu rădăcini înfipte în începuturile cunoștințelor practice și științifice — își justifică promovarea sa prin mulțimea cunoștințelor legate de obiectivele sale, dintre care este suficient să amintim pe cele legate de unitățile de măsură și de etaloanele lor, de transmitere a unităților de măsură începînd de la etaloanele de stat și pînă la utilajele de măsurare folosite indiferent în ce scopuri, de construcția mijloacelor de măsurare și de exactitatea măsurărilor făcute cu ele etc.*

Strîns legată de grupul științelor fizice, din care face parte prin aspectul său științific, Metrologia prezintă însă și un aspect diferit de al celorlalte discipline și anume aspectul aplicării în practica de toate zilele a anumitor reguli și obligativități, aspectul legal. Ambele aspecte ale Metrologiei, atît cel științific, metrologia științifică, cît și cel legal, metrologia legală, se dezvoltă continuu. Acestui fapt se datorează crearea în anul 1956 a unui nou for internațional — Organizația Internațională de Metrologie Legală, — la care se numără și țara noastră ca membru fondator — care se preocupă de rezolvarea și aplicarea unitară a problemelor cu caracter administrativ, aplicativ, cum sînt cele legate de uniformitatea măsurărilor și de exactitatea lor, de justa folosire a mijloacelor de măsurare etc., rămînînd ca Biroul Internațional de Măsuri și Greutăți, organ ce activează potrivit Convenției Metrului din 1875, să se preocupe de problemele științifice, cum sînt cele legate de crearea de noi etaloane și de intercompararea etaloanelor existente, de noile unități de măsură și, în general, de toate problemele menite să ducă la noi cuceriri în domeniul preciziei măsurărilor.

---

[1]) Cuvîntul „metrologie" își are originea în vechea limbă greacă și provine din cuvintele „metron" = măsură și „logos" = vorbire.

Scanned with OKEN Scanner

Ca orice disciplină nouă, Metrologia a preluat din disciplinile din care s-a născut o moştenire considerabilă. Dar această moştenire s-a văzut curînd a fi eterogenă, nu atît din punct de vedere al fondului — măsurarea şi teoria măsurării cu toate implicaţiile lor — ci mai ales din punct de vedere al terminologiei, al noţiunilor şi acceptelor diferite, al modului de prelucrare şi de prezentare a rezultatelor măsurărilor etc. Aşa se explică şi dificultatea pe care o are oricine, familiarizat cu modul de prezentare într-o disciplină oarecare a diferitelor probleme contingente cu metrologia, atunci cînd, deşi problemele sînt relativ similare, le urmăreşte în cadrul altei discipline. Din această cauză una din problemele înscrise în programul Organizaţiei Internaţionale de Metrologie Legală a fost aceea a vocabularului metrologic care urmează a fi elaborat în aşa fel încît să se obţină univocitatea înţelegerii. Dacă acest lucru este valabil pe plan internaţional, cu atît este mai necesar pe plan naţional, unde, în standardele cu caracter metrologic apărute pînă în prezent s-au fixat termeni cu accepte sau definiţii univoce, a căror respectare cu rigurozitate în publicaţiile cu caracter ştiinţific sau tehnic şi în manualele de învăţămînt, are ca efect uniformitatea înţelegerii.

Scopul Memoratorului de Metrologie fiind nu numai acela de a prezenta, cît mai succint cunoştinţele indispensabile tuturor celor ce se preocupă de oricare din obiectivele metrologiei, dar şi acela de a da îndrumări preţioase în activitatea practică, în aşa-numitul domeniu al metrologiei aplicate, a determinat şi prezentarea particularităţilor metrologice ale mijloacelor de măsurare, inclusiv metodica verificării lor şi criteriile de alegere a mijloacelor de măsurare cele mai indicate pentru anumite scopuri.

Tehnica modernă a sporit considerabil numărul şi complexitatea aparatelor de măsurat necesare procesele de producţie. Avînd in vedere rolul deosebit de importani al mijloacelor de măsurare în procesul realizării calităţii produselor, cunoaşterea sistemelor de măsurare, a aparatelor de măsurat precum şi a metodelor de măsurare prezentate, lucrarea de faţă va contribui la ridicarea nivelului tehnicii măsurării în ţara noastră.

Considerăm că în condiţiile dezvoltării în ritm impetuos a industriei socialiste în care s-a introdus pe scară largă tehnica de înaltă productivitate, cînd ţara noastră a stabilit relaţii cu un mare număr de ţări cu industrie dezvoltată şi cînd produsele industriei noastre se întîlnesc pe pieţe străine cu produsele altor ţări, promovarea cunoştinţelor metrologice şi aplicarea lor cît mai corectă, constituie un sprijin deosebit de eficient. Acestui scop autorii au închinat acest Memorator de Metrologie şi ei vor fi recunoscători tuturor celora care, în aceeaşi dorinţă, le vor semnala eventualele lipsuri sau le vor da sugestii pentru îmbunătăţirea lucrării.

AUTORII

Scanned with OKEN Scanner

TABLA DE MATERII

Capitolul 1. **Elementele fundamentale ale metrologiei** 9
1. Termeni, noţiuni, reguli. Cunoştinţe generale 9
A. Mărime 9
B. Unitate de măsură 14
C. Constante 23
D. Măsurare 24
2. Terminologia folosită în tehnica măsurării şi noţiunile corespunzătoare 32
A. Termeni referitori la citire. Elemente de citire 32
B. Termeni referitori la indicaţii şi rezultate 33
C. Termeni referitori la elementele constitutive specifice aparatelor de măsurat 37
D. Termeni referitori la caracteristicile mijloacelor de măsurare, la operaţiile metrologice şi la condiţiile în care se fac măsurările 39
3. Calculul cu mărimi şi valori 46
A. Formule fizice 46
B. Calculul cu mărimi şi valori 53
4. Erorile de măsurare. Corecţii 56
A. Categorii de erori de măsurare 56
B. Distribuţia erorilor întîmplătoare. Teorie şi exemple 65
C. Corecţii 72
D. Procedee de prevenire şi de eliminare a erorilor sistematice 74
E. Depistarea şi eliminarea greşelilor (erorile grosolane) 75
F. Ponderarea rezultatelor măsurărilor 78
G. Erorile în măsurările indirecte 81
H. Metoda celor mai mici pătrate 88
I. Exprimarea rezultatelor măsurărilor 90

Capitolul 2. **Mărimi geometrice** 92
1. Lungime 92
A. Unităţi de măsură pentru lungime 92
B. Mijloace de măsurare pentru lungimi 98
a. Măsuri terminale 98
b. Măsuri cu repere 107
c. Aparate de măsurat simple cu cursor 119
d. Aparate cu şurub micrometric 128
e. Aparate cu amplificare mecanică 141
f. Aparate comparatoare cu amplificare optică 152

Scanned with OKEN Scanner

g. Aparate comparatoare cu amplificare pneumatică.... 161
h. Comparatoare cu amplificare electrică 166
i. Aparate optice pentru măsurarea directă a lungimilor 170
j. Microscoape de măsurat 176
k. Aparate diverse 179
C. Corecţii de temperatură 180
D. Transmiterea unităţii de lungime 182
2. Unghi..... 203
A. Unghi plan şi unghi solid. Unităţi de măsură..... 203
B. Mijloace de măsurare pentru unghiuri 206
a. Măsuri pentru măsurarea unghiurilor plane 206
b. Aparate de măsurat unghiuri plane 212
C. Transmiterea unităţii de unghi plan 234
3. Suprafaţă (Arie) 240
A. Unităţi de măsură pentru arie 240
B. Mijloace de măsurare pentru arie şi calitatea suprafeţei 240
a. Mijloace de măsurare pentru arie 240
b. Mijloace de măsurare şi control pentru calitatea suprafeţelor 248
C. Alegerea mijloacelor de măsurare 262
4. Volum. Capacitate 262
A. Unităţi de măsură pentru volum şi capacitate..... 262
B. Mijloace de măsurare a capacităţii 263
a. Măsuri de capacitate 263
b. Măsuri şi instrumente speciale de măsurat capacitatea 286
c. Măsuri de capacitate de uz comercial din sticlă..... 296
d. Măsuri de capacitate metalice pentru lichide 299
e. Recipiente mijlocii şi mari de măsurat capacitatea.. 304
C. Metode şi instalaţii pentru măsurarea şi verificarea capacităţii 309
a. Metoda gravimetrică 309
b. Metoda volumetrică 311
c. Metoda geometrică 315
D. Transmiterea unităţii de volum (capacitate)..... 315

Scanned with OKEN Scanner

1 TERMENI, NOȚIUNI, REGULI. CUNOȘTINȚE GENERALE

A. *MĂRIME*

Termenului mărime îi corespund numeroase noțiuni. Dintre acestea se prezintă cele considerate ca avînd o circulație mai largă;

— tot ceea ce este susceptibil de variații în sensul măririi sau micșorării;

— categorie filozofică prin care concretizăm diversele aspecte ale materiei;

— fiecare dintre proprietățile asociabile univoc elementelor unui ansamblu dat de obiecte de aceeași natură, prin faptul că între oricare două obiecte ale ansamblului există fie o relație de echivalență (în care caz li se asociază aceeași mărime[1]), fie o relație de ordonare (în care caz se asociază primului obiect o mărime mai mare, iar celui de al doilea o mărime mai mică) sensul în care se consideră relația de ordonare fiind ales odată pentru totdeauna;

— proprietate comună unor obiecte, pe baza căreia acestea pot fi ordonate într-un șir (dacă eventual nu sînt egale);

— element al unei mulțimi ordonate abstracte — numită specie de mărimi — în care se reprezintă univoc, dintr-un punct de vedere determinat, ansamblul de obiecte considerat, (Acest concept se precizează sau se extinde în diferite moduri în Matematică, Fizică, etc.);

Specie de mărimi [1]: mărimile de aceeași natură, definibile ca proprietăți ale obiectelor unui ansamblu dat, prin utilizarea unui aceluiași

---

[1]) In sens de „valoare"

Scanned with OKEN Scanner

procedeu de comparare. După natura ansamblului de obiecte și după natura proprietăților la care se referă, se disting în principal[1]):

— *specii de mărimi fizice*, care caracterizează stările, transformările și interacțiunile sistemelor fizice de corpuri și cîmpuri (Exemple: sp. de m. mecanice, acustice, termice, electromagnetice etc.).

— *specii de mărimi chimice*, care alături de cele fizice, caracterizează stările, transformările și interacțiunile sistemelor fizico-chimice.

După locul pe care îl ocupă în sistematica domeniului de cercetare studiat, se disting:

— *specii de mărimi primitive*, care în cadrul unei sistematici date a unui domeniu de cercetare, nu se mai pot introduce prin analiză logică în funcție de alte specii de mărimi de referință introduse în prealabil, fără a face apel la experiență. Ele se introduc deci prin indicarea explicită a relațiilor de echivalență și ordonare, respectiv a procedeului de comparare (de exemplu: lungimea și unghiul în Geometria fizică, durata în Cinematică, masa în Dinamică etc.):

— *specii de mărimi derivate*, care în cadrul unei sistematici date a unui domeniu de cercetare, se pot introduce prin analiză logică în funcție de alte specii de mărimi de referință introduse în prealabil, fără a face apel la experiență (de exemplu: viteza, în Cinematică, derivată în speciile lungime și durată).

După rolul pe care îl au în sistematica unităților de măsură, se deosebesc:

— *specii de mărimi fundamentale*, ale căror unități de măsură se aleg independent, prin indicarea reprezentării lor în concret (de exemplu: lungimea, masa, durata, intensitatea curentului electric).

— *specii de mărimi secundare*, ale căror unități de măsură rezultă univoc, prin analiza logică a relațiilor care se leagă de speciile de mărimi fundamentale, în funcție de unitățile independente ale acestor specii.

Mărimi fizice: elemente caracteristice unor stări fizice și care pot fi evaluate prin comparare, măsurare sau reperare și exprimate numeric (valoric). Ele pot fi:

— *mărimi extensive*, care prezintă proprietăți de ordonare și de sumabilitate (de exemplu: lungimea, se poate ordona după valori și se poate aduna cu o altă lungime).

— *mărimi intensive*, care prezintă proprietăți de ordonare, dar nu și de sumabilitate (de exemplu: temperatura, care se poate ordona după valori, dar nu se poate aduna cu o altă temperatură).

Mărimile fizice, prin caracterul lor de a putea fi evaluate cantitativ, reprezintă un element de bază al Metrologiei. Distingem:

— *mărimi fundamentale*, adică mărimi independente sau distincte convențional alese, cu ajutorul cărora pot fi definite alte mărimi.

---

[1]) Speciile de mărimi se mai clasifică și după alte criterii decît cele arătate, ca de exemplu după funcțiunea pe care o au în legătură cauzală a fenomenelor (de stare, accesorii, de interacțiune).

Scanned with OKEN Scanner

Condiţia care li se impune este de a da posibilitatea ca unităţile de măsură care li se atribuie să poată fi determinate cu cea mai mare exactitate. Numărul mărimilor fundamentale nu este limitat;

— *mărimi derivate*, adică mărimile definite cu ajutorul mărimilor fundamentale. Definirea se face prin relaţii de definiţie (de exemplu: $\text{viteza} = \frac{\text{spaţiu}}{\text{durată}}$).

Observaţie: rezultatul obţinut prin efectuarea simplă sau repetată a operaţiilor cu mărimi reprezintă o mărime derivată chiar în cazurile cînd aceasta se reduce la un multiplu al unei mărimi fundamentale, şi deci este definită direct prin acea mărime (de exemplu: aria, definită, ca un produs dintre o lungime şi altă lungime, respectiv şi volumul, sînt mărimi derivate deşi ele sînt direct definite printr-o singură mărime fundamentală, lungimea.

Dacă o mărime este determinată numai prin valoarea ei numerică şi prin unitatea de măsură în care se exprimă această valoare, se numeşte *mărime scalară* (de exemplu: lungimea, aria, volumul, densitatea, energia, etc.).

Dacă în definirea unei mărimi intervine un argument scalar (o coordonată spaţială sau temporală, cum este de exemplu în cazul mărimilor care caracterizează curentul electric alternativ), mărimea definită astfel se numeşte *mărime variabilă*. Distingem:

— *mărime periodică*, ale cărei valori se reproduc în aceeaşi succesiune, la intervale egale ale argumentului;

— *mărime pseudoperiodică*, care este definită prin produsul dintre o funcţiune periodică şi o funcţiune lent variabilă, ambele funcţiuni avînd acelaşi argument;

— *mărime pulsatorie* sau *ondulată*, ale cărei elemente sînt funcţiuni periodice care nu îşi schimbă semnul;

— *mărime alternativă*, ale cărei elemente sînt funcţiuni periodice de aceeaşi perioadă şi de valoare medie nulă. Dacă valorile se reproduc în aceeaşi ordine şi cu semn schimbat după fiecare jumătate de perioadă, mărimea se numeşte mărime alternativă simetrică;

— *mărime oscilantă*, ale cărei elemente sînt funcţiuni succesiv crescătoare şi descrescătoare, periodice sau pseudoperiodice;

— *mărime armonică* sau *sinusoidală*, care este o mărime oscilantă a cărei variaţie se exprimă printr-o funcţie sinusoidală de timp;

— *mărime aperiodică*, ale cărei elemente sînt funcţiuni care nu îşi schimbă semnul şi tind fără oscilaţii către o limită constantă pentru valori mari ale argumentului.

Dacă o mărime care se defineşte prin componente scalare stabilite într-un anumit spaţiu geometric se modifică dacă se schimbă sistemul de coordonate, se numeşte mărime tensorială sau tensor. Distingem:

— mărimi tensoriale de ordinul zero sau tensori de ordinul zero, care au cîte o singură componentă, aceeaşi în fiecare sistem de coordonate. Se mai numesc „scalari invarianţi";

— mărimi tensoriale de ordinul întîi, sau tensori de ordinul întîi, care asociază fiecărui sistem de coordo-

nate cîte un sistem de componente scalare și anume cîte o componentă scalară de fiecare coordonată. Se mai numesc mărimi vectoriale;

— mărimi tensoriale de ordinul doi, sau tensori de ordinul doi, care asociază fiecărei perechi de coordonate cîte o componentă scalară.

Mărimile definite prin componente interpretabile ca tensori de ordin semiîntreg, se numesc mărimi spinoriale.

Dacă fiecărui punct dintr-un spațiu geometric considerat i se asociază într-un singur mod cîte o anumită mărime definibilă în acel spațiu (numită din această cauză mărime geometrică) se obține un cîmp de mărimi.

Mărimile care caracterizează situația atmosferică dintr-o localitate se numesc mărimi meteorologice (de exemplu: temperatura, presiunea, densitatea și umiditatea aerului, direcția și intensitatea vîntului etc.),

Mărimile fizice au fost simbolizate cu litere. În țara noastră simbolurile au fost standardizate [1]). Pentru cazurile cînd un simbol se repetă în aceeași relație, însă cu semnificație diferită, pentru evitarea confuziilor s-au stabilit următoarele reguli:

— orice particularizare (diferențiere) a unei noțiuni poate fi realizată prin adăugare de indici la simbolul respectiv;

— literele mici pot fi folosite în locul literelor mari și viceversa, dacă literele respective nu au alte semnificații;

— pentru particularizări se pot folosi și caractere speciale de litere, ca: litere de mînă, litere groase, ronde, etc., cu condiția ca înțelesul fundamental al simbolului să fie păstrat.

Sistem de mărimi fundamentale: un număr restrîns de mărimi fundamentale astfel stabilite în cît cu ajutorul lor să se definească în mod cît mai comod mărimile derivate. (de exemplu: sistemul lungime, masă, timp, simbolizat LMT; sistemul lungime, forță, timp, simbolizat LFT; sistemul lungime, masă, timp, intensitate de curent electric, simbolizat LMTI. Actualul sistem internațional de unități de măsură se bazează pe șase mărimi fundamentale: lungime, masă, timp, intensitate de curent, temperatură termodinamică și intensitate de lumină, simbolizat LMTIθI, sau convențional, SI.

Dimensiuni [1]): simbolurile mărimilor fundamentale ce înlocuiesc simbolurile mărimilor care intră în relația de definiție a mărimii derivate. Exemple: $f = m \cdot a$ (ecuația de definiție); $[f] = L\,M\,T^{-2}$ (ecuația dimensională, în care $L\,M\,T^{-2}$ se numesc dimensiunile forței).

Dimensiunile caracterizează incomplet specia căreia aparține mărimea în cauză și nu reprezintă o proprietate distinctivă a acesteia, deoarece există specii de mărimi fizice care, definite prin același sistem de

---

[1]) În capitolele în care se prezintă mărimile fizice, sînt arătate și simbolurile standardizate.

Scanned with OKEN Scanner

mărimi fundamentale, au aceleaşi dimensiuni (Exemple: energie $[W] = L^2 M T^{-2}$ şi momentul static $[M] = L^2 M T^{-2}$; intensitatea cîmpului electric $[H] = L^{-\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1}$ şi inducţia magnetică $[B] = L^{-\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1}$ în sistemul de unităţi Gauss etc.). De asemenea, există specii de mărimi fizice care au dimensiune nulă, fie în raport cu speciile de mărimi fundamentale uzuale (cum sînt unghiul plan şi unghiul solid), fie în raport cu orice alte specii de mărimi, fiind definite prin cîturi de mărimi din aceeaşi specie (specie de mărimi adimensionale, cum sînt permitivitatea relativă ε_r, permitivitatea magnetică relativă μ_r, randamentul η etc.).

Din dimensiuni nu rezultă nici coeficientul de coerenţă. Exemplu, energia cinetică, $W = \frac{1}{2} mv^2$ are ca dimensiune $[W] = L^2 M T^{-2}$ şi nu se vede factorul de proporţionalitate $\frac{1}{2}$ faţă de dimensiunile energiei în general, dedusă din relaţia $[W] = [f \cdot l] = L^2 M T^{-2}$.

Dimensiunile depind deci numai de speciile de mărimi alese ca specii de referinţă (mărimile fundamentale) şi ele nu caracterizează decît specia mărimii derivate (şi aceasta, cum s-a arătat mai sus, incomplet) iar unitatea de măsură a mărimii derivate nu se poate stabili cunoscînd numai dimensiunile acelei mărimi şi unităţile de măsură ale mărimilor fundamentale, deoarece din dimensiuni nu reiese coeficientul de coerenţă. În acest scop este necesară ecuaţia de definiţie, în care apare acest coeficient.

Astfel, ecuaţia dimensională a forţei *în sistemul* de mărimi $L\ M\ T$ este $[f] = LMT^{-2}$, unde $L\ M\ T^{-2}$ sînt dimensiunile forţei, în timp ce dimensiunile unităţii de forţă din sistemul MKS format din unităţile fundamentale metru, kilogram, secundă, respectiv newtonul N, sînt m kg s^{-1}, adică $[N] = m\ kg\ s^{-1}$.

Grupă de mărimi: ansamblu de mărimi de aceeaşi specie (Exemple: grupa mărimilor acustice: g.m. fotometrice; g.m. electrice etc.).

În ţara noastră, ţinîndu-se seama de necesităţile de organizare, dotare etc. al laboratoarelor pentru verificările mijloacelor de măsurare, mărimile au fost repartizate convenţional în următoarele grupe [1]):

— mărimi geometrice;
— timp, frecvenţă, mărimi cinematice;
— mărimi mecanice;
— mărimi electrice şi magnetice;
— mărimi termice;

---

[1]) Instrucţiunile 121—58 ale DGMSI privind nomenclatorul mijloacelor de măsurare.

Scanned with OKEN Scanner

— mărimi fotometrice;
— mărimi acustice;
— mărimi radiometrice;
— mărimi analitice şi de structură;
— mărimi biologice.

B. *UNITATE DE MĂSURĂ* [1])

Prin unitate de măsură se înţelege:
— mărime de aceeaşi speţă cu mărimea de măsurat şi care este aleasă în mod arbitrar ca element de comparaţie;
— măsură cu care se convine să se măsoare toate mărimile speciei;
— cantitate adoptată ca măsură unitară şi în funcţie de care se exprimă valoarea mărimilor de aceeaşi natură;
— mărime care serveşte ca măsură de bază pentru toate mărimile de acelaşi fel.

Condiţii pentru stabilirea unităţii de măsură:
— să fie bine definită, pentru a fi uşor şi univoc înţeleasă;
— să poată fi uşor reprodusă şi să poată fi uşor păstrată în bune condiţii;
— să poată fi uşor şi cu o precizie determinată comparabilă cu mărimea de măsurat;
— să fie admisă de forurile internaţionale ştiinţifice şi speciale.

Unităţi fundamentale: unităţile mărimilor fundamentale. U.f. ale unui sistem de unităţi de măsură: u.m.f. alese în mod convenţional pentru a servi ca bază la formarea sistemului respectiv (STAS 737-62).

Unităţi derivate: unităţile mărimilor derivate. Se stabilesc cu ajutorul ecuaţiilor de definiţie. Prin înlocuirea simbolurilor mărimilor din ecuaţiile de definiţie cu simbolurile unităţilor lor de măsură, rezultă unitatea derivată, respectiv dimensiunile unităţii derivate. (E x e m p l e:

---

[1]) *Bibliografie* :
— Lexiconul Tehnic Român, Vol. 10, Ed. Teh., 1962, pag. 619—621.
— Manualul Inginerului, Vol. 1, Ed. Teh., 1954, pag. 379.
— Dicţionarul limbii române literare contemporane, Vol. 4. Ed. Acad. R.P.R. 1957) pag. 584.
— Dicţionarul Politehnic, Ed. Teh,. 1957, pag. 715.
— Acad. C.I. B u d e a n u: Sistemul practic gral de unităţi de măsură, Ed. Acad. R.P.R. 1956, pag. 10...90.
— Prof. Dr. I. P l ă c i n ţ e a n u: Mărimi fizice şi unităţile lor de măsură. Ed. M.F.A. 1954.
— Ing. Gh. I v a n o v i c i: Metrologie Generală şi Aplicată, Ed. Did. şi Ped. 1962, pag. 21—34.
— Standardele de mărimi şi unităţi de măsură.

Scanned with OKEN Scanner

unitatea pentru forță se stabilește din ecuația de definiție $f = m \cdot a$. Unitatea de forță va fi în sistemul de unități SI egală cu 1 kg. 1 m/1 s², simbolul său fiind kg · m/s², care a căpătat denumirea de newton, simbol N. Dimensiunile acestei unități vor fi deci [N] = kg · m/s²). Dacă la stabilirea unei unități derivate vreuna din unitățile mărimilor componente a căpătat un nume, la noua unitate se utilizează simbolul acelui nume. (Exemplu: unitatea de lucru mecanic. Se deduce din ecuația de definiție a lucrului mecanic $W = f \cdot d$. în care înlocuind pe f cu unitatea sa de măsură 1.N. și distanța d cu unitatea de lungime 1 m, obținem 1 N. 1 m, respectiv N.m, care reprezintă unitatea de lucru mecanic în sistemul S.I. și care a căpătat denumirea de joul, simbol J. Dimensiunile unității de lucru mecanic vor fi [J] = N.m. Se obișnuiește a se prezenta unitățile în această formă, fără a se trece și la înlocuirea lui N prin dimensiunile sale, adică să se ajungă la kg. m/s².m, respectiv kg. m²/s², ceea ce ar îngreuia exprimarea, fiind mai simplu a se spune N.m. decît kg. m²/s². Dacă la rîndul său, unitatea de lucru mecanic, intră în componența unității altei mărimi derivate, ca de exemplu a unității de putere, care se deduce din relația $P = \frac{W}{t}$, atunci unitatea de putere va fi 1J/1s, respectiv J/s care a căpătat denumirea de watt, simbol W. Numai în cazul analizelor dimensionale se obișnuiește a se înlocui simbolurile unităților componente ale unității derivate cu dimensiunile lor, în așa fel în cît să fie exprimate numai în unități ale mărimilor fundamentale. Pentru exprimările curente acest lucru nu este însă necesar, fapt pentru care se utilizează în general, termenul de „simbol al unității derivate", care poate fi format după caz, fie numai din simboluri ale unităților mărimilor fundamentale (ex. m/s), fie asociate cu simboluri ale unor unități care și-au căpătat nume propriu, (ex. w.s) în loc de termenul „dimensiunile unității derivate", care încă se mai confundă cu „dimensiunile mărimii derivate"[1])

Reguli pentru scrierea unităților derivate (STAS 739-58)

— simbolurile unității de măsură nu sînt urmate de punct, decît dacă acesta face parte din punctuația textului (Exemplu: simbolul unității de viscozitate dinamică în sistemul SI este kg/m · s sau $\frac{\text{kg}}{\text{m/s}}$ sau kg · m⁻¹ · s⁻¹. Excepție de la regulă fac unitățile de energie Ws, Wh sau kWh);

— denumirile unităților și simbolurilor se scriu în general cu literă mică; simbolurile care derivă din nume proprii se scriu cu literă mare (Exemple: kilogram, kg; joule, J; newton, N);

— denumirile simple și compuse ale unităților iau formă diferită la plural (Exemple: joule, jouli; watt, wați; newton — metru, newtoni — metri, wattoră, wattore);

Scanned with OKEN Scanner

— simbolurile unităților nu iau formă diferită la plural;
— în textele tipărite simbolurile unităților se scriu cu caractere drepte.

Multiplii și submultiplii unităților: se formează cu ajutorul prefixelor indicate în tabela 1.

Pentru scrierea corectă a prefixelor și a simbolurilor din tabela 1 și pentru formarea multiplilor și submultiplilor zecimali sînt date următoarele reguli (STAS 669-61):

1. Prefixele și simbolurile care indică un multiplu sau submultiplu zecimal se scriu fără spațiu liber, liniuță de unire sau punct, imediat înaintea denumirilor unităților de măsură, respectiv simbolurilor acestora.

Ele se tipăresc cu același caracter și corp de literă ca și unitățile de măsură la care se referă, fără a se lăsa spațiu între ele.

Exemple:

kilogram — kg; microfarad — μF.

Tabela 1

Prefixe	Simboluri	Factorii cu care sînt înmulțite unitățile de referință	
atto	a	10^{-18}	sau 0,000 000 000 000 000 001
femto	f	10^{-15}	sau 0,000 000 000 000 001
pico	p	10^{-12}	sau 0,000 000 000 001
nano	n	10^{-9}	sau 0,000 000 001
micro	μ	10^{-6}	sau 0,000 001
mili	m	10^{-3}	sau 0,001
centi	c	10^{-2}	sau 0,01
deci	d	10^{-1}	sau 0,1
deca	da	10^{1}	sau 10
hecto	h	10^{2}	sau 100
kilo	k	10^{3}	sau 1000
mega	M	10^{6}	sau 1 000 000
giga	G	10^{9}	sau 1 000 000 000
tera	T	10^{12}	sau 1 000 000 000 000

2. Nu se vor folosi prefixe compuse. Exemple:

Nu se va scrie decimiligram (dmg), ci 0,1 mg sau 10^{-4} g.

Nu se va scrie milimicrometru (mμm) ci nanometru (nm) sau 10^{-9} m.

Nu se va scrie decakilostokes (dakSt), ci 10^{4} St sau 10^{6} cSt.

3. În locul scrierii cu prefixe sau simboluri de multiplii sau submultipli zecimali, se pot folosi denumirile și simbolurile speciale ale unităților de măsură de mai jos:

— tona (t), în loc de megagram (Mg),
— tona-forță (tf), în loc de megagram-forță (Mgf),

Scanned with OKEN Scanner

BIBLIOTECA Centrală Regională IAȘI

— stena (sn), în loc de kN,
— angström (Å) în loc de 10^{-10} m.

4. Dacă simbolul unei unități de măsură, precedat de un simbol de multiplu sau submultiplu zecimal este urmat de un exponent, acesta se consideră aplicat întregii unități multiple, respectiv submultiple. Exemple:

$$1\ \text{cm}^{-2} = (10^{-2}\text{m})^{-2} = 10^{4}\text{m}^{-2};\quad 1\ \text{kW}^2 = (10^3\text{W})^2 = 10^6\text{W}^2.$$

Unități coerente: unitățile derivate deduse din ecuațiile de definiție ale mărimilor respective, în care se înlocuiesc direct mărimile fundamentale cu unitățile lor, fără intervenția vreunui factor de proporționalitate (coeficient de coerență), adică factorul de proporționalitate este egal cu 1. Exemplu: unitatea de forță, newtonul se deduce direct din ecuația de definiție a forței, $f = k \cdot m \cdot a$, în care factorul $k = 1$, masa $m = 1$ kg și accelerația $a = 1$ m/1 s². Spunem că newtonul este coerent cu metrul, kilogramul și secunda.

Sistem de unități: totalitatea unităților (fundamentale și derivate) folosite într-un domeniu oarecare de măsurare;

— ansamblu de unități de măsură deduse din cîteva unități fundamentale convenționale, cu ajutorul relațiilor care leagă între ele mărimile la care se raportează sistemul.

Dacă sistemul se poate aplica la toate domeniile fizicii, se numește *sistem general* (E x e m p l e: sistemele SI, MKS, CGS) iar dacă se aplică numai la unul sau cîteva domenii, se numește sistem cu întrebuințare restrînsă [1]) (exemplu: sistemul MKfS care a fost întrebuințat în mecanică).

Sistemele de unități constituite cu unitățile fundamentale de lungime, masă și timp, au căpătat denumirea de *sisteme absolute* (E x e m p l e: sistemul MKS, sistemul CGS etc).

Sistem de unități rațională[2]) : sistem de unități coerente, în care unitățile unora dintre mărimile electrice și magnetice sînt alese în așa fel, încît nici o expresie a unei legi generale a fenomenelor electrice și magnetice să nu cuprindă factorul 4π (pe care-l cuprind dacă se folosesc unități de măsură clasice, neraționalizate), acest factor apărînd însă în expresiile altor legi. Sistemul de unități de măsură care cuprinde unități clasice (neraționalizate) se numește *sistem de unități neraționalizate*.

Alcătuirea unui sistem de unități se face astfel:

— se aleg mărimile fundamentale care vor sta la baza sistemului, adică mărimile cu ajutorul cărora se pot defini mărimile derivate ale

---

[1]) Sistemele cu întrebuințare restrînsă sînt arătate cu ocazia prezentării grupelor de mărimi în care sînt folosite.
[2]) A se vedea la grupa mărimilor electrice (vol. 2).

Scanned with OKEN Scanner

domeniului de mărimi la care se intenționează a se aplica sistemul de unități;

— se aleg relațiile matematice de definiție a mărimilor derivate;

— se stabilesc valorile unităților derivate, în funcție de unitățile fundamentale;

— se apreciază dacă valorile unităților de măsură derivate, din și în funcție de unitățile fundamentale, sînt corespunzătoare domeniului de măsurare respectiv și se analizează dacă nu este cazul să se înlocuiască vre-o mărime fundamentală cu o alta, sau să se adopte și alte mărimi fundamentale, pentru a ușura raporturile de legătură dintre mărimi și respectiv unități. (Acest considerent a dus la completarea sistemului MKS cu unitatea de intensitate a curentului, amperul, devenind astfel sistemul MKSA, după cum tot el a dus și la alcătuirea sistemului bazat pe șase mărimi fundamentale, adică a sistemului internațional de unități de măsură SI).

Unități în afară de sisteme: unități convențional stabilite, care nu se deduc din ecuațiile de definiție ale mărimilor pe care le măsoară și deci nu sînt funcție de unitățile fundamentale ale sistemelor. E x e m p l e: unitatea de cantitate de căldură, caloria, se definește independent de ecuația de definiție a energiei, ca fiind cantitatea de căldură necesară unui gram de apă distilată pentru a-și ridica temperatura de la 19,5°C la 20,5°C, la presiunea atmosferică normală (așa-numita calorie de 20°C); unitățile de unghi sexagesimale, centezimale etc., care nu se definesc în funcție de mărimile fundamentale ale sistemelor, ci independent, în mod convențional. Toate aceste unități se utilizează în multe cazuri alături de unități ale unui sistem oarecare, fapt pentru care se numesc *unități suplimentare*. Utilizarea lor în cadrul sistemelor necesită o determinare cît mai precisă a factorilor de transformare, utilizarea lor nemaifiind necesară în momentul cînd progresul tehnicii măsurărilor face posibilă stabilirea unor unități derivate determinabile cu mare precizie.

Sistemul internațional de unități de măsură SI are la bază șase mărimi fundamentale, respectiv șase unități fundamentale, metrul, kilogramul, secunda, amperul, gradul Kelvin și candela, adică este un sistem MKSA°K Cd. Unitățile fundamentale au fost stabilite de cea de a X-a Conferință Generală de Măsuri și Greutăți din anul 1954. Sistemul a fost adoptat de către cea de a XI-a Conferință Generală de Măsuri și Greutăți din anul 1960, care i-a dat denumirea, precum și simbolizarea internațională SI. Prin H.C.M. 550 din 30 august 1961 a fost adoptat în țara noastră ca unic sistem legal și obligatoriu în toate domeniile de măsurări.

În tabela 2 sînt indicate unitățile fundamentale ale acestui sistem, cu definițiile și simbolurile lor, precum și unitățile suplimentare.

[1]) A se vedea la „condiții normale pentru determinări" acceptul termenului „presiune normală".

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 2

Unitățile fundamentale ale Sistemului Internațional SI

Nr. crt.	Denumirea și simbolul unității de măsură	Mărime	Definiția unității de măsură	Observații
1	metru m	lungime	Metrul este lungimea egală cu 1 650 763,73 lungimi de undă, în vid, ale radiației care corespunde tranziției atomului de kripton 86 între nivelele sale $2\,p_{10}$ și $5\,d_5$	Această definiție a fost aprobată de către a 11-a Conferință de Măsuri și Greutăți din 1960 prin rezoluția a 6-a. Aceeași rezoluție abrogă definiția metrului din 1889 bazată pe prototipul internațional și stabilește ca acest prototip internațional sancționat de către prima Conferință Generală de Măsuri și Greutăți din 1889, să fie păstrat în biroul Internațional de Măsuri și Greutăți în aceleași condiții ca cele fixate în 1889
2	kilogram kg	masă	Kilogramul este masa „kilogramului internațional" prototip de platină iridiată adoptat în 1889 de Conferința Generală de Măsuri și Greutăți și păstrat la Biroul Internațional de măsuri și Greutăți de la Sèvres-Franța	A 3-a Conferință Generală de Măsuri și Greutăți din 1901 a declarat: kilogramul este unitatea masei; el este reprezentat prin masa prototipului internațional al kilogramului

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 2 (continuare)

Nr. crt.	Denumirea și simbolul unității de măsură	Mărime	Definiția unității de măsură	Observații
3	secundă s	timp	Secunda este fracțiunea 1/31 556 925,9747 din anul tropic pentru 1900 ianuarie 0, la orele 12 ale timpului efemeridelor	1. Această definiție a fost ratificată prin rezoluția a 9-a a celei de-a 11-a Conferințe Generale de Măsuri și Greutăți din 1960. 2. Definiția anului tropic și definiția timpului efemeridelor sînt arătate în STAS 3331-62 „Unități de timp“
4	amper A	intensitate de curent electric	Amperul este intensitatea unui curent electric constant, care menținut în doi conductori paraleli, rectilinii, de lungime infinită și de secțiune circulară neglijabilă, așezați în vid la o distanță de 1 metru unul de altul, ar produce între acești doi conductori o forță egală cu $2 \cdot 10^{-7}$ kg·m·s^{-2} (newtoni) pe metru de lungime	Această definiție a fost adoptată de către a 9-a Conferință Generală de Măsuri și Greutăți din 1948
5	grad Kelvin °K	temperatură dinamică	Gradul Kelvin este unitatea de măsură în scara termodinamică în care pentru punctul triplu al apei s-a atribuit valoarea numerică de 273,16	1. Definirea scării termodinamice de temperatură cu ajutorul punctului triplu al apei ca punct fix fundamental, căruia i s-a atribuit

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 2 (continuare)

Nr. crt.	Denumirea și simbolul unității de măsură	Mărime	Definiția unității de măsură	Observații
3	secundă s	timp	Secunda este fracțiunea 1/31 556 925,9747 din anul tropic pentru 1900 ianuarie 0, la orele 12 ale timpului efemeridelor	1. Această definiție a fost ratificată prin rezoluția a 9-a a celei de-a 11-a Conferințe Generale de Măsuri și Greutăți din 1960. 2. Definiția anului tropic și definiția timpului efemeridelor sînt arătate în STAS 3331-62 „Unități de timp“
4	amper A	intensitate de curent electric	Amperul este intensitatea unui curent electric constant, care menținut în doi conductori paraleli, rectilinii, de lungime infinită și de secțiune circulară neglijabilă, așezați în vid la o distanță de 1 metru unul de altul, ar produce între acești doi conductori o forță egală cu $2 \cdot 10^{-7}$ kg. m·s^{-2} (newtoni) pe metru de lungime	Această definiție a fost adoptată de către a 9-a Conferință Generală de Măsuri și Greutăți din 1948
5	grad Kelvin °K	temperatură dinamică	Gradul Kelvin este unitatea de măsură în scara termodinamică în care pentru punctul triplu al apei s-a atribuit valoarea numerică de 273,16	1. Definirea scării termodinamice de temperatură cu ajutorul punctului triplu al apei ca punct fix fundamental, căruia i s-a atribuit

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 2 (continuare)

Nr. crt.	Denumirea şi simbolul unităţii de măsură	Mărime	Definiţia unităţii de măsură	Observaţii
				temperatura „de exact 273,16 grade Kelvin", a fost adoptată de către a 10-a Conferinţă Generală de Măsuri şi Greutăţi din anul 1954. 2. În practică se foloseşte gradul Celsius care, ca interval de temperatură, este egal cu gradul Kelvin, zero al scării Celsius corespunzînd cu 273,15 al scării termodinamice Kelvin
6	candelă cd	intensitate luminoasă	Candela este intensitatea luminoasă, emisă în direcţie normală, la temperatura de solidificare a platinei şi presiunea atmosferică normală, de către suprafaţa unui radiator integral (corp negru) cu aria 1/600 000 metri pătraţi	Această definiţie a fost adoptată de către a 9-a Conferinţă de Măsuri şi Greutăţi din 1948 şi este bazată pe definiţia dată de Comitetul Internaţional de Măsuri şi Greutăţi din 1946. Mărimea candelei este astfel aleasă încît strălucirea radiatorului integral, la temperatura de solidificare a platinei să fie de 60 candele pe centimetru pătrat.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 2 (continuare)

Unităţi suplimentare *)

Nr. crt.	Denumirea şi simbolul unităţii de măsură	Mărime	Definiţia unităţii de măsură	Observaţii
1	radian rad	Unghi plan	Unghiul cuprins între două raze care interceptează, pe circumferinţa unui cerc, un arc de lungime egală cu raza cercului.	STAS 738-60
2	steradian sr	Unghi solid	Unghiul solid, care avînd vîrful în centrul unei sfere, decupează pe aceasta o arie egală cu aria unui pătrat cu latura de lungime egală cu raza sferei.	STAS 738-60
3	curie Ci	Activitate	Activitate cu valoarea $3{,}7 \cdot 10^{10}\ s^{-1}$	A fost adoptată la a XII-a Conferinţă Generală de Măsuri şi Greutăţi din 1964 ca unitate în afară de sistem

*) Relaţiile cu celelalte unităţi de unghi sînt arătate în capitolul Mărimi Geometrice.

Pînă în prezent au fost stabilite numai 27 unităţi derivate ale acestui sistem (la cea de a XI-a Conferinţă Generală de Măsuri şi Greutăţi din 1960). Ele sînt arătate la mărimile respective.

Avantajele sistemului internaţional SI sînt:

— este un sistem general, aplicabil în toate domeniile mărimilor fizice;

Scanned with OKEN Scanner

— permite prezentarea domeniului mărimilor electrice atît sub forma clasică, cît şi sub forma raţionalizată;

— permite simplificări şi unificare în prezentarea fenomenelor fizice;

— face să dispară confuzia posibilă între kilogram masă şi kilogram forţă, întrucît kilogramul forţă dispare din relaţie;

— realizează o unificare metrologică cu caracter internaţional, putînd înlocui toate celelalte sisteme şi unităţi convenţionale, întrucît multipli şi submultipli, inclusiv denumirile acestora, se formează cu ajutorul prefixelor. cărora li s-au atribuit valori zecimale, eliminînd deci unele denumiri de unităţi cu valori mari sau mici, ale căror cifre erau greu de reţinut.

C. *CONSTANTE*[1])

Constantele sînt:

— mărimi ale căror valori rămîn neschimbate;

— numere sau mărimi fizice care îşi păstrează aceeaşi valoare totdeauna sau numai în anumite condiţii. În primul caz, se numesc *constante absolute sau universale* (numărul lui Avogadro, constanta gravitaţională etc.) iar în al doilea caz, *parametri* (constante de material ca densitatea, rezistivitatea electrică, constanta dielectrică etc.).

— numere care caracterizează un fenomen, un material, un aparat etc. (constanta lui Planck etc.).

Constantă de material: mărime independentă de forma geometrică, care exprimă o proprietate caracteristică a unei substanţe sau a unui

---

[1]) Termenul „constantă" este întrebuinţat deseori în loc de „coeficient" iar uneori în locul unei mărimi (ex. constantă sau coeficient de viscozitate, în loc de viscozitate, constanta gravitaţiei, în loc de atractivitate etc). S-au încercat particularizări ale termenului pentru cazul cînd se referă la valori cifrice ale unor mărimi nedimensionale sau la valori ale unor mărimi dimensionale. Nu s-a ajuns încă la univocitate. Standardul STAS 2848-61 „Constante universale" nu face nici o diferenţiere, menţinînd în acelaşi termen atît constantele dimensionale, cît şi cele nedimensionale, de asemenea nefăcînd nici o diferenţiere între constantele fizice, în general, şi constantele universale, în particular.

Bibliografie

— Dicţionarul limbii romîne literare contemporare Vol. 5, Ed. Acad. R.P.R., 1955, pag. 528.
— Acad. C. I. Budeanu: Sistemul practic g-ral de mărimi şi unităţi Ed. Acad. R.P.R. 1956, pag. 94...100.
— Dicţionarul Enciclopedic Român. Ed. Politică, 1962, pag. 762.
— Dicţionarul Politehnic, Ed. Tehnică, 1957, pag. 137.
— Aide-mémoire Dunod, vol. II., Ed. Dunod, Paris, 1960, pag. 164, 165.
— STAS 2848-61, Constante universale.

Scanned with OKEN Scanner

material în condiţii date de presiune, temperatură etc. (temperatura de topire, densitatea la o anumită temperatură, constanta dielectrică).

Constantă de timp: inversul factorului de amortizare, respectiv al factorului de creştere al unei mărimi periodice.

Constante universale fundamentale: constante cu rol fundamental, care permit identificarea celorlalte constante fizice şi deci ale fenomenelor esenţiale ale universului. Din totalitatea constantelor cunoscute, prezintă acest caracter următoarele:

— sarcina electronului ($1{,}60\,201 \times 10^{-19}$ C);
— masa electronului: ($9{,}1\,082 \times 10^{-31}$ kg);
— masa protonului: ($1{,}67\,239 \times 10^{-27}$ kg);
— masa neutronului: ($1{,}67\,470 \times 10^{-27}$) kg);
— cuantum de acţiune (constanta lui Planck) ($6{,}6249 \times 10^{-34}$;
— viteza luminii în vid ($2{,}997925 \times 10^{-8}$ m/s);
— constanta gravităţii universale ($6{,}670 \times 10^{-11}$ N · m²/kg²);
— constanta lui Boltzman ($1{,}3804 \times 10^{-23}$ J/°K).

D. *MĂSURARE* [1]

Măsurarea poate fi definită ca:

— operaţie experimentală prin care se determină, cu ajutorul unor mijloace de măsurare, valoarea numerică a unei mărimi în raport cu o unitate de măsură dată [2];

— proces de cunoaştere care constă în compararea, pe cale fizică experimentală, a unei mărimi date, cu una din submultiplele sale luată ca unitate de măsură;

— determinare a valorii unei mărimi (a unei dimensiuni, a unor cantităţi etc.);

---

[1]) Cu acelaşi accept se mai utilizează termenul „măsurătoare", care trebuie însă evitat, întrucît are mai multe alte înţelesuri: de persoană feminină care execută măsurarea, de piesă scrisă a unui proiect de construcţie care conţine cantităţile de lucrări executate şi în general de „ceva care măsoară, care ajută sau serveşte la măsurare sau cu care se măsoară".

[2]) Tot cu acelaşi accept se utilizează şi termenul „măsură", care trebuie evitat, întrucît din punct de vedere metrologic „măsura" reprezintă materializarea unei unităţi de măsură sau a unui multiplu sau submultiplu al acesteia.

Bibliografie

— Lexiconul Tehnic Român, vol. 10, Ed. Tehnică, 1962, pag. 619-632.
— Dicţionarul limbii romîne literare contemporare Vol. 3., Ed. Acad. R.P.R. 1957 pag. 46.
— Dicţionarul Politehnic, Ed. Tehnică, 1957, pag. 408.
— Acad. C. I. Budeanu: Sistemul practic g-ral de mărimi şi unităţi., Ed. Acad. R.P.R., 1956, pag. 8.
— Ing. Gh. Ivanovici, Metrologie Generală şi Aplicată, Ed. Did. şi Ped. 1962, pag. 26.

Scanned with OKEN Scanner

— determinare a valorii unei mărimi, în raport cu o mărime luată ca unitate de măsură;

— operaţia prin care se stabileşte pe cale experimentală raportul numeric între mărimea de măsurat şi între valoarea oarecare a ei luată drept unitate de măsură;

— compararea mărimii cu unitatea ei;

— compararea cantitativă a două mărimi de acelaşi fel, dintre care pe una o considerăm ca unitate de măsură, în scopul de a constata de cîte ori o unitate de măsură se cuprinde în mărimea de măsurat.

Măsurare directă: compararea directă sau indirectă printr-o observare de coincidenţe a unor mărimi de aceeaşi specie, pentru a determina valoarea uneia dintre ele;

— măsurare al cărei rezultat se obţine prin compararea mărimii de măsurat cu măsura (ex. cîntărirea) sau prin evaluarea efectului produs de mărimea de măsurat (ex. măsurarea intensităţii unui curent prin electroliza unei substanţe).

Măsurare indirectă: compararea între ele a unor mărimi de altă specie, dar de care depinde mărimea de măsurat în virtutea unei legi sau prin însăşi definiţia ei, valoarea mărimii de măsurat obţinîndu-se prin rezolvarea numerică a relaţiei dintre ea şi valorile mărimilor măsurate;

— măsurare al cărei rezultat se obţine pe baza rezultatelor experimentale ale măsurărilor directe ale anumitor mărimi, legate printr-o relaţie determinată, cu mărimea căutată.

Măsurare absolută: măsurarea indirectă prin compararea între ele a mărimilor mecanice lungime, durată şi masă, sau lungime, durată (timp) şi forţă;

— măsurare indirectă, care depinde de măsurări directe de lungime masă şi timp;

— măsurare al cărei rezultat (valoarea numerică a mărimii măsurate) se exprimă în unităţi determinate, legate între ele într-un sistem coerent.

Măsurare relativă: măsurare al cărei rezultat se exprimă în unităţi convenţionale, arbitrar alese, care depind de caracteristicile constructive ale instrumentului de măsurat (ex. măsurarea convenţională a viscozităţii cu viscozimetrul Engler);

— măsurare care dă raportul dintre două mărimi de acelaşi fel (una dintre ele putînd fi considerată ca unitate arbitrară pentru determinarea cantitativă a celeilalte);

— măsurare variabilă care exprimă o modificare a mărimii măsurate, în funcţie de diferiţi factori (timp, presiune, temperatură etc.).

Scanned with OKEN Scanner

Comparare: operație prin care se stabilește direct diferența dintre valorile aceluiași parametru al unor obiecte distincte (ex. diferența de lungime dintre două piese);

— operație prin care se constată asemănarea sau diferența dintre valorile aceloraşi parametri ai unor corpuri (obiecte) sau fenomene diferite (distincte).

Comparare fundamentală: compararea unui etalon subordonat cu etalonul național al unei mărimi fundamentale;

— compararea unui etalon cu etalonul național fundamental.

Reperare [1]: operație prin care se stabilește valoarea unei mărimi reperabile (care nu prezintă caracter de sumabilitate, ex. temperatura).

Ecuația măsurării: relație prin care se exprimă valoarea unei mărimi în funcție de valoarea unității de măsură

$$A = n_1 \cdot a,$$

unde A este valoarea mărimii măsurate;

n_1 — valoarea numerică a mărimii stabilită cu ajutorul unității de măsură;

a — unitatea de măsură folosită.

Dacă aceeași mărime se măsoară cu unitatea b, valoarea numerică se schimbă, adică

$$A = n_2 \cdot b.$$

Fiind vorba de aceeași cantitate a mărimii A, rezultă că

$$n_1 \cdot a = n_2 \cdot b$$

și deci

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{b}{a}.$$

Raportul $\frac{b}{a}$ se numește *factor de transformare* [2] și se notează cu k

$$\left(k = \frac{b}{a} = \frac{n_1}{n_2}\right).$$

---

[1]) Se utilizează numai sporadic, în general folosindu-se tot termenul de măsurare.

[2]) Factorul de transformare servește la exprimarea valorii unei mărimi în unități diferite, fie că aceste unități reprezintă multipli sau submultipli din același sistem de unități, fie că ele fac parte din sisteme diferite (exemple: a) 5 m să se exprime în mm $k = \frac{\text{m}}{\text{mm}} = 1\ 000$, adică m = 1 000 mm și deci 5 m = 5 000 mm;

b) 5 țoli să se exprime în mm. $k = \frac{\text{țol}}{\text{mm}} = 25{,}4$ și deci 5 țoli = 5 · 25,4 = 127,0 mm).

Scanned with OKEN Scanner

Rezultatul măsurării exprimat numericeşte [1]) depinde deci de valoarea unităţii şi în consecinţă valoarea măsurată a unei mărimi trebuie să se exprime prin doi termeni: primul, un număr care arată de cîte ori se cuprinde unitatea de măsură în mărimea de măsurat şi al doilea, valoarea unităţii de măsură, exprimată prin simbolul ei (de exemplu : valoarea unei lungimi, 5 m).

Metode de măsurare: procedee raţionale de executare a operaţiilor de măsurare. Se clasifică după mai multe criterii:

— după precizia şi rapiditatea impusă determinărilor, în:

— *metode de laborator*, în care se determină şi se ţine seama de eroarea de măsurare;

— *metode tehnice*, în care nu este necesară determinarea erorii de măsurare, întrucît mijloacele de măsurare au o eroare limită (eroarea de clasă) cunoscută şi suficientă pentru scopul practic respectiv.

— după atingerea sau nu a mărimii în timpul măsurării, în:

— *metode prin contact*, în care măsura sau aparatul de măsurat vine în atingere directă cu mărimea de măsurat;

— *metode fără contact*, în care determinarea se face fără nici o atingere a mărimii cu mijloacele de măsurare.

— după modul de obţinere a valorii numerice a mărimii [2]), în trei mari grupe: 1) *metode de măsurare directă;* 2) *metode de măsurare indirectă;* 3) *metode de măsurare combinată.*

1) Metodele de măsurare directă sînt:

— metoda aprecierii directe, în care mărimea de măsurat se măsoară cu mijloace de măsurare;

— metoda diferenţială, în care se măsoară diferenţa dintre mărimea căutată şi o mărime cunoscută;

— metoda de zero, în care efectul acţiunii mărimii care se măsoară se echilibrează prin efectul unei mărimi cunoscute, astfel încît acţiunea lor mutuală se reduce la zero şi indicatorul rămîne în dreptul reperului zero. Cînd echilibrul nu se poate realiza perfect, metoda devine metodă diferenţială şi capătă denumirea de „metoda zeroului fals", iar în cazul punţilor, „metoda punţii neechilibrate";

— metoda coincidenţei, în care un şir de gradaţii sau semnale uniforme şi determinate se compară cu un alt şir de gradaţii sau semnale de acelaşi fel, observîndu-se coinciderea lor, pe baza căreia se află valoarea mărimii de măsurat;

---

[1]) Se fac dese confuzii între „valoarea mărimii" şi „valoarea numerică a mărimii". Valoarea mărimii este aceeaşi indiferent în ce unităţi se exprimă, în timp ce valoarea numerică a mărimii variază în funcţie de valoarea unităţii de măsură în care se exprimă.

[2]) După acest criteriu se pot grupa toate metodele de măsurare (inclusiv cele grupate după celelalte criterii).

Scanned with OKEN Scanner

— metoda substituirii, în care mărimea de măsurat este substituită în instalaţia de măsurat printr-o mărime cunoscută — de obicei o măsură — astfel încît să nu se producă nici un fel de modificare în indicaţiile aparatului de măsurat din instalaţia respectivă;

— metoda comparării, în care indicaţiile date de aparatul de măsurat pentru o mărime cunoscută sînt notate şi comparate cu indicaţiile obţinute cînd s-a înlocuit mărimea cunoscută cu mărimea de măsurat.

2) Metode de măsurare indirectă, în cadrul cărora nu se măsoară direct mărimea însăşi, ci alte mărimi, legate printr-o relaţie matematică de mărimea care se măsoară, rezultatul măsurării obţinîndu-se prin calcul.

3) Metode de măsurare combinate, în care măsurarea se face printr-o serie de măsurări ale aceleiaşi mărimi sau ale cîtorva mărimi de acelaşi fel, o măsurare deosebindu-se de alta prin faptul că se execută în alte condiţii sau în altă combinare a mărimilor în cauză, valoarea numerică a mărimilor de măsurat găsindu-se prin rezolvarea seriei de ecuaţii în care sînt incluse valorile obţinute.

E x e m p l u: determinarea coeficientului de dilataţie liniară al unui corp, care necesită atît măsurarea lungimii aceluiaşi corp la temperaturi diferite, cît şi rezolvarea ecuaţiilor de legătură dintre valorile măsurate ale mărimilor care definesc coeficientul de dilataţie liniară.

Mijloace de măsurare [1]: mijloacele cu ajutorul cărora se determină cantitativ mărimile de măsurat. Se împart în:

— *măsuri*, care materializează unitatea de măsură a unei mărimi, unul sau mai mulţi multipli sau submultipli ai acesteia (ex.: riglă de măsurat, litru, condensator, calibru). Pot fi cu valoarea unică (ex. litru), cu valori multiple (ex. cilindru gradat) sau cu valori convenţionale, cînd materializează o valoare numai în anumite condiţii şi pentru un anumit mod de utilizare (ex. greutăţile manometrului cu piston). Grupele de măsuri ale aceleiaşi mărimi, stabilite convenţional, se numesc serii de măsuri (ex.: cutie de rezistenţe, serie de greutăţi).

— *aparate de măsurat*[2]) sau instrumente de măsurat, care servesc la compararea directă sau indirectă a mărimii de măsurat cu unitatea de măsură (ex.: optimetru, manometru, termometru, voltmetru);

— *substanţe măsură*, care servesc la măsurare în anumite condiţii (ex.: lichide cu densitatea cunoscută, sulf pentru definirea punctului 444,6 °C. acid benzoic pentru definirea unităţii de cantitate de căldură).

---

[1]) STAS 2933-60, Mijloace de măsurare. Terminologie.

[2]) În cazul cînd într-un context este necesar să se distingă mijlocul cu care se efectuează măsurarea de obiectul supus măsurării, se poate folosi şi termenul „aparat de măsurare". Nu se va mai folosi termenul „aparat de măsură" termenul fiind cu un alt accept.

Scanned with OKEN Scanner

Asocierile de mai multe măsuri, aparate de măsurat şi eventual substanţe-măsură se pot denumi instalaţii de măsurat, maşini de măsurat etc.

Mijloacele de măsurare pot fi: A) *mijloace de măsurare-etalon*, denumite prescurtat etaloane, care servesc la păstrarea unităţilor de măsură şi la transmiterea acestora la alte mijloace de măsurare şi B) *mijloace de măsurare de lucru*, care servesc la măsurări curente.

A. Mijloacele de măsurare etalon, respectiv etaloanele, în ţara noastră se clasifică [1]) astfel:

— *etaloane naţionale* [2]), care păstrează unităţile de măsură în R.S.R. şi care formează baza de transmitere a acestora;

— *etaloane principale* [3]), care transmit unităţile de măsură la alte etaloane de ordin inferior;

— *etaloane de verificare* [4]), care transmit unităţile de măsură la măsurile şi aparatele de măsurat de lucru.

Ordinea de enumerare de mai sus corespunde subordonării metrologice.

Etaloanele care constituie baza de transmitere a unităţii de măsură într-un laborator metrologic sînt denumite *etaloane de bază*.

Etaloanele care sînt folosite exclusiv de către laboratoarele Oficiului de Stat pentru Metrologie (O.S.M.), se numesc *etaloane de Stat*.

Etaloanele cu care sînt dotate alte laboratoare decît cele ale Oficiului de Stat pentru Metrologie, se numesc *etaloane uzinale*. Distingem:

— etaloane uzinale de bază, care păstrează în întreprindere unitatea de măsură primită de la O.S.M. şi constituie baza de transmitere a unităţii de măsură în laboratorul metrologic uzinal respectiv;

— etaloane uzinale de verificare, care primesc unitatea de măsură de la etaloanele uzinale de bază, sau direct de la etaloanele O.S.M. (în cazul cînd întreprinderea nu dispune de etaloane uzinale de bază) şi o transmit la mijloacele de măsurare de lucru ale întreprinderii, respectiv care servesc la verificarea curentă în întreprinderi a mijloacelor de măsurare de lucru.

În alte ţări [5]) etaloanele se clasifică după două criterii: 1) după subordonata metrologică şi 2) după destinaţia metrologică.

1. După subordonarea metrologică, se împart în:

— *etaloane primare*, care sînt etaloanele de stat ale ţării respective

---

[1]) STAS 2933-60, Mijloace de măsurare. Terminologie.

[2]) Etaloanele naţionale ale metrului şi kilogramului sînt în păstrarea Oficiului de Stat pentru Metrologic. Poartă denumirea de „prototipuri naţionale".

[3]) [4]) Etaloanele principale şi etaloanele de verificare se împart în mai multe ordine de precizie, care se notează în cifre latine.

[5]) U.R.S.S., Franţa, Belgia etc.

Scanned with OKEN Scanner

și sînt confecționate potrivit definiției teoretice a unității acceptată internațional;

— *etaloane secundare*, a căror valoare se stabilește pe calea comparării lor cu etaloanele primare;

— *etaloane terțiare*, a căror valoare se stabilește pe baza comparării lor cu etaloanele secundare.

2. După destinația metrologică [1]), se împart în:

— *etaloane fundamentale*, care sînt etaloane primare ale unităților fundamentale ale sistemelor de unități pentru diferite domenii de măsurare (sisteme de unități mecanice, electrice, calorice etc.);

— *etaloane derivate*, care sînt etaloanele primare ale unităților derivate;

— *etaloane martor*, care sînt etaloane secundare destinate pentru controlul invariabilității etaloanelor primare;

— *etaloane copie*, care sînt etaloane secundare care înlocuiesc etalonul primar în timpul lucrărilor;

— *etaloane de comparație*, care sînt etaloane secundare ce servesc numai la confruntarea etaloanelor între ele;

— *etaloane de lucru*, care servesc pentru lucrările metrologice curente. Pot fi secundare și terțiare.

Mijloacele de măsurare de lucru, în țara noastră [2]) se împart în:

— *mijloace de măsurare de laborator*, pentru a căror utilizare este necesar ca precizia să fie determinată [3]);

— *mijloace de măsurare tehnice*, la a căror utilizare se admite o precizie dată și anume aceea înscrisă pe mijlocul de măsurare respectiv (clasa de precizie) și care, la verificările ce se fac, se constată dacă este menținută (mijloacele de măsurare care dau erori ce depășesc erorile tolerate clasei lor de precizie nu sînt admise la folosire).

Aparatele de măsurat se clasifică după multe criterii [4]). Cele mai importante sînt:

a. După mărimea fizică de măsurat, există atîtea grupe, cîte mărimi fizice există. Exemple: aparate de măsurat temperatura (termometre, pirometre etc.), aparate de măsurat presiunea (manometre, vacummetre, barometre etc.), aparate de măsurat parametri electrici (voltmetre, ampermetre etc.) și așa mai departe.

---

[1]) Deși nestandardizat, acest criteriu este folosit pe scară largă și în țara noastră.

[2]) STAS 2933-57. Mijloace de măsurare. Terminologie.

[3]) Determinarea se face de către organele O.S.M. care emit buletine în care sînt indicate valorile efective ale măsurilor, respectiv ale indicațiilor aparatelor de măsurat.

[4]) Remarcăm că în cadrul grupării după ori care din criterii, aparatele de măsurat se pot subgrupa după oricare din celelalte criterii, fapt pentru care în țara noastră nu s-au standardizat criterii pentru clasificarea lor.

Scanned with OKEN Scanner

b. După principiul de funcţionare şi felul elementelor constructive se pot grupa în:

— *aparate mecanice*, care pot fi simple (ex.: compasuri de interior, nivele etc.), cu vernier (ex.: şublere), cu şurub micrometric (ex.: micrometre de exterior, m. de interior, m. de adîncime) cu amplificare mecanică (cu pîrghii, ex. minimetre; cu roţi dinţate, ex. comparatoare cu cadran cu pîrghii şi roţi dinţate, ex. pasametre; cu arc, ex. microcatoare);

— *aparate optice*, care pot fi cu amplificare optică (ex.: microscoape de măsurat de atelier, pentru maşini-unelte, de măsurat rugozităţi etc.), cu elemente de proiecţie (ex. proiectoare de măsurat) sau bazate pe interferenţa luminii (ex. interferometre);

— *aparate pneumatice*, care pot fi cu manometru sau cu rotametru;

— *aparate electrice*, care pot fi bazate pe acţiunea curenţilor asupra magneţilor (ex.: ampermetre magnetoelectrice sau electromagnetice, idem voltmetre etc.), sau invers pe acţiunea magneţilor asupra curenţilor (ex. aparatele electrodinamice cum sînt voltmetrele şi ampermetrele electrodinamice etc).

c. După modul de determinare a valorii mărimii măsurate, pot fi:

— *aparate comparatoare*, care servesc la determinarea mărimii de măsurat prin compararea ei directă cu una sau mai multe măsuri (ex.: comparator de lungimi, balanţă cu greutăţi, fotometru cu surse etalon etc.);

— *aparate indicatoare*, care indică valoarea mărimii de măsurat pe una sau mai multe scări gradate cu ajutorul unui indice (ex.: balanţă cu cadran, voltmetru, cronometru etc.);

— *aparate înregistratoare*, care înscriu valori succesive ale mărimii de măsurat (ex.: barograf, termograf, voltmetru înregistrator, debitmetru înregistrator etc.);

— *aparate integratoare*, care indică valoarea totală a unei mărimi de măsurat printr-o operaţie de însumare a valorilor parţiale (ex.: apometru, contor de gaz, contor electric, planimetru polar etc.).

d. După felul şi gradul de intervenţie a operatorului, se pot grupa în:

— *aparate cu citire directă*, care după ce au fost aduse în poziţie de funcţionare indică valoarea mărimii de măsurat fără alte operaţii (ex.: balanţă cu cadran, altimetru, termometru etc.);

— *aparate cu manipulare*, care odată aduse în condiţii de funcţionare normală necesită la fiecare măsurare o manipulare suplimentară (ex.: microscoape de măsurat, aparate cu vernier, aparate cu şurub micrometric etc.);

— *aparate semiautomate*, la care operaţiile de măsurare sînt parţial automatizate (ex.: balanţele şi basculele semiautomate);

Scanned with OKEN Scanner

— *aparate automate*, la care operațiile de măsurare sînt complet automatizate (ex.: balanțele și basculele automatizate, dozatoarele automate etc.).

e. După locul unde se obține valoarea mărimii de măsurat, se pot grupa în:

— *aparate cu acțiune locală*, care indică, însumează sau înregistrează valoarea mărimii de măsurat la locul unde se efectuează măsurarea (ex.: balanțe, ampermetre, șublere etc.);

— *aparate de măsurat la distanță*, care prin ajutorul unor dispozitive sau legături transmit la distanță rezultatele măsurărilor (ex. : pirometre cu termocuplu, teleampermetre etc.).

f. După clasa de precizie [1]), adică după numărul care indică eroarea tolerată și care reprezintă fie procente din limita superioară a scării gradate (ex.: la aparatele electrice de măsurat indicatoare), fie anumite erori stabilite pentru fiecare clasă (ex.: micrometre cl. 1, idem cl. 2, la care erorile tolerate corespunzătoare nu se calculează în procente din limita superioară a scării gradate, ci sînt stabilite convențional, numerele claselor fiind numai indicativele convenționale ale erorilor tolerate).

2. TERMINOLOGIA FOLOSITĂ ÎN TEHNICA MĂSURĂRII ȘI NOȚIUNILE CORESPUNZĂTOARE

A. *TERMENI REFERITORI LA CITIRE. ELEMENTE DE CITIRE*

Scara gradată: totalitatea reperelor dispuse de-a lungul unei linii drepte sau curbe, care corespunde unui șir de valori succesive ale mărimii de măsurat;

Repere: semnele care limitează diviziunile;

Diviziune: intervalul dintre două repere consecutive ale scării gradate;

Valoarea diviziunii: valoarea exprimată în unități ale mărimii de măsurat, corespunzătoare acelei diviziuni;

Cifrare sau numerotare: șirul de numere înscrise în dreptul reperelor de-a lungul scării gradate;

---

[1]) Precizia unui aparat de măsurat este cu atît mai mare cu cît e mai mic numărul care indică clasa lui. În general, clasele de precizie care reprezintă procente din limita superioară de măsurare a aparatelor sînt: 0,1; 0,2; 0,5; 1; 1,5; 2,5; 5 și 10%. La unele categorii există și alte clase procentuale. Ele vor fi arătate la capitolele privind măsurarea diferitelor mărimi fizice. Tot cu acea ocazie vor fi arătate și erorile tolerate corespunzătoare cl. de precizie indicate convențional prin cifre.

Scanned with OKEN Scanner

Limitele scării gradate: valorile, maximă şi minimă, corespunzătoare reperelor extreme ale scării gradate. Dacă una din limite este zero, scara este numită *scară unilaterală*; cîndli mitele au zero între ele se numeşte *scară bilaterală* iar cînd zero este exterior limitelor scării gradate, se numeşte *scară cu zero decalat*;

Limita superioară de măsurare a unui mijloc de măsurare: valoarea mărimii de măsurat peste care rezultatele măsurărilor pot fi afectate de o eroare superioară erorii tolerate (la aparatele de cîntărit se numeşte „sarcină maximă");

Limita inferioară de măsurare a unui mijloc de măsurare: valoarea mărimii de măsurat sub care rezultatele măsurărilor pot fi afectate de o eroare superioară erorii tolerate;

Domeniul de măsurare a unui mijloc de măsurare este diferenţa dintre limita superioară şi cea inferioară de măsurare;

Diagramă: reprezentarea grafică a succesiunilor valorilor măsurate în funcţie de o variabilă independentă, cum este timpul, temperatura etc.;

Indice: elementul geometric al arătătorului, al spotului luminos etc, în dreptul căruia se face citirea, pe scară gradată, pe diagramă etc;

Citire [1]) : numărul citit la măsurare pe scară gradată, pe diagramă etc. în dreptul indicelui, sau care este proiectat pe ecranul indicaţiilor în cazul aparatelor cu scară digitală;

Scară digitală sau numerică: scară care în loc să fie gradată, este alcătuită din numere care se proiectează pe un ecran, numerele proiectate reprezentînd valoarea mărimii măsurate;

Cadran: suprafaţă fixă sau mobilă, pe care se află una sau mai multe scări gradate. Cînd cadranul este cilindric sau tronconic se numeşte **tambur gradat**.

B. *TERMENI REFERITORI LA INDICAŢII ŞI REZULTATE*

Cei mai frecvenţi termeni referitori la indicaţii şi rezultate sînt:

Dispozitiv indicator: dispozitiv care indică sub o formă perceptibilă rezultatele măsurărilor cu aparatul de măsurat. Poate fi:

— simplu, dacă rezultatele măsurării se obţin prin citire directă în dreptul indicelui;

[1]). Nu trebuie să se confunde noţiunea de citire cu noţiunea de indicaţie. Indicaţia aparatului este numărul citit înmulţit cu constanta aparatului, iar la unele tipuri de aparate, numărul diviziunilor citite înmulţit cu valoarea unei diviziuni.

Scanned with OKEN Scanner

— cu totalizator, dacă este prevăzut cu un dispozitiv care dă totalul indicațiilor;

— cu predeterminator, dacă permite oprirea măsurării cînd rezultatul ajunge o valoare prestabilită;

— înregistrator, dacă trasează o curbă, continuă sau punctată, care permite a se urmări variațiile mărimii de măsurat în funcție de un parametru (ex. timpul) sau înscrie indicațiile succesive date de aparatul de măsurat;

Constanta unui aparat de măsurat [1]) raportul dintre valoarea mărimii de măsurat și citire. La aparatele de măsurat la care valorile diviziunilor reprezintă direct valorile mărimilor de măsurat, constanta aparatului este 1;

Indicația unui aparat de măsurat: valoarea mărimii măsurate rezultată din înmulțirea citirii cu constanta aparatului;

Cadența maximă (sau minimă) este numărul de măsurări în unitatea de timp stabilit prin construcția aparatului, deasupra căruia (respectiv sub care) rezultatele măsurărilor făcute cu aparatul de măsurat pot fi afectate de o eroare superioară erorii tolerate;

Debit maxim (sau minim): valoare a debitului deasupra căruia (sub care) rezultatele măsurărilor făcute cu aparate de măsurat debitele pot fi afectate de o eroare superioară erorii tolerate;

Ciclu de funcționare: ansamblu de mișcări consecutive ale unui aparat de măsurat cu funcționare continuă la finele căruia toate organele aparatului, în afară de dispozitivul indicator, își reiau pentru prima dată poziția pe care o aveau inițial;

Tarare [2]): ansamblu de operații făcute în vederea stabilirii scării gradate și a valorii diviziunilor potrivit corelației dintre variația fenomenului măsurabil (pe baza căruia funcționează aparatul) și variația mărimii de măsurat;

Calibrare [3]): determinare experimentală a valorii efective a unei măsuri, a unei diviziuni sau a constantei unui aparat de măsurat;

Valoare efectivă a mărimii de măsurat: valoare obținută prin măsurare cu mijloace de măsurare-etalon;

---

[1]) Constanta se înscrie pe cadranul aparatului sub forma X10, X100 etc. ceea ce înseamnă că citirile trebuie înmulțite cu 10, 100 etc.

[2]) Termen negeneralizat, utilizat uneori în literatură cu acceptul termenului calibrare, alteori cu acceptul de operație de echilibrare sau chiar de reglare pentru anumite valori de referință.

[3]) Deși standardizat (STAS 2933-60) cu acceptul arătat, se întîlnește în literatură și cu acceptul de „operație de verificare a tarării în vederea determinării erorilor respective".

Scanned with OKEN Scanner

Valoare efectivă a unei măsuri sau **a diviziunii unei scări gradate**: valoare a acelei măsuri, respectiv a acelei diviziuni, determinată prin mijloace de măsurare etalon;

Valoare nominală a unei măsuri sau **a diviziunii unei scări gradate**: valoare înscrisă pe măsură sau pe scara aparatului de măsurat;

Valoare adevărată [1]) a unei mărimi: valoare care s-ar obține printr-o măsurare riguros exactă, fără nici un fel de eroare. Nu este accesibilă experienței. Se notează cu X;

Valoare individuală a unei mărimi: valoare obținută printr-o singură operație de măsurare. Se notează cu l;

Valoare medie a unei mărimi: medie aritmetică a valorilor individuale obținute într-un șir de măsurări făcute în aceleași condiții [2]) asupra aceleiași mărimi. Se notează cu L;

Valoare apropiată [3]) a unei mărimi, cu aproximația $\pm \varepsilon$: valoare obținută prin folosirea metodelor și mijloacelor de măsurare de înaltă precizie, care dau convingerea că valoarea adevărată a mărimii respective se află cuprinsă între valoarea apropiată $\pm \varepsilon$. Se notează cu Xa;

Valoare medie ponderată [4]) a unei mărimi: valoare obținută prin media aritmetică a valorilor ponderate. Se notează cu X_p și se stabilește conform relației $X_p = \frac{\sum l_i p_i}{\sum p_i}$;

Abaterea valorii unei măsuri [5]), respectiv a valorii unei diviziuni: diferența dintre valoarea efectivă și valoarea nominală a măsurii, respectiv a diviziunii;

Eroarea [6]) **sistematică a valorii unei măsuri, respectiv a unei diviziuni**: diferența dintre valoarea nominală și valoarea efectivă a măsurii, respectiv a diviziunii. Această eroare este consecință a abaterii măsurii, respectiv a diviziunii;

---

[1]) În unele cazuri se atribuie convențional, ca de exemplu în cazul mărimii metrului și kilogramului prototipuri internaționale, păstrate la Sèvres, sau în cazul sumei unghiurilor dintr-un cerc ori dintr-un triunghi.

[2]) Măsurările făcute de aceeași persoană, cu aceeași aparatură, în același mod și pe cît posibil practic, în aceleași condiții ale mediului înconjurător.

[3]) și [4]) V. Prelucrarea rezultatelor măsurărilor.

[5]) La măsuri cu valoare unică abaterea valorii mărimii se mai numește și *abaterea măsurii*.

[6]) Vezi „Prelucrarea și prezentarea rezultatelor măsurărilor" terminologia folosită în teoria erorilor de măsurare.

Scanned with OKEN Scanner

Eroarea de indicație (sistematică) a unui aparat de măsurat: diferența dintre indicația aparatului și valoarea efectivă a mărimii de măsurat, erorile întîmplătoare [1]) considerîndu-se neglijabile. Conține întotdeauna eroarea (sistematică) a măsurii, respectiv a scării gradate a aparatului de măsurat, în mărime și sens;

Eroarea relativă a măsurii: raportul dintre eroarea măsurii și valoarea nominală a măsurii;

Eroarea relativă a indicației aparatului: raportul dintre eroarea indicației aparatului și valoarea efectivă a mărimii măsurate;

Eroarea raportată a indicației aparatului: raportul dintre eroarea de indicație și limita superioară de măsurare a aparatului de măsurat;

Eroarea de paralaxă: eroarea care rezultă cînd indicele nu este în același plan cu scara gradată și vizarea nu este perpendiculară pe suprafața scării gradate;

Corecția unei măsuri sau a diviziunii unei scări gradate: eroarea luată cu semn schimbat;

Corecția indicației aparatului de măsurat: eroarea indicației luată cu semn schimbat;

Eroarea tolerată a unei măsuri, respectiv eroarea tolerată de indicație a unui aparat de măsurat: eroarea valorii unei măsuri, respectiv eroarea de indicație a unui aparat de măsurat, admisă de prevederile unui standard de stat, ale unei instrucțiuni de verificare sau ale unei norme interne. Se exprimă cu $\pm$ pus înaintea sa, sau numai cu unul din aceste semne, dacă se referă la valori pozitive, respectiv negative;

Clasa de precizie [2]) a unei categorii de măsuri, respectiv de aparate de măsurat: valoare convențional stabilită în funcție de eroarea tolerată, abateri, diverse caracteristici etc., admisă de prevederile unui standard de stat, ale unei instrucțiuni de verificare sau ale unei norme interne;

Coeficient de temperatură: variația relativă a valorii măsurii, respectiv a indicației aparatului de măsurat, corespunzătoare unei variații de temperatură de 1 grd;

---

[1]) Vezi partea care tratează terminologia folosită în teoria erorilor de măsurare.

[2]) Numărul care indică eroarea tolerată reprezintă fie procente din limita superioară a scării gradate (ex. la aparatele electrice de măsurat indicatoare), fie anumite valori ale erorilor stabilite pentru fiecare clasă (ex. la micrometre, comparatoare cu cadran etc.).

Scanned with OKEN Scanner

Ajustarea [1]) unei măsuri, respectiv a unui aparat de măsurat: operaţie prin care acţionînd printr-o modificare permanentă asupra măsurii, respectiv asupra unor organe ale aparatului de măsurat, se urmăreşte obţinerea unor valori, respectiv indicaţii, cît mai juste.

C. *TERMENI REFERITORI LA ELEMENTELE CONSTITUTIVE SPECIFICE* [2]) *APARATELOR DE MĂSURAT*

După rolul lor, se disting următoarele cinci grupe mari de dispozitive:

Dispozitive indicatoare care indică, sub o formă perceptibilă rezultatele măsurărilor făcute. Sînt cuprinse:

— *dispozitive indicatoare simple*: la care rezultatul măsurării se obţine prin citire directă pe scara gradată în dreptul indicelui, care poate fi elementul geometric al indicatorului, spotului luminos etc. Fac parte dispozitive cu ac indicator, dispozitive cu spot luminos, dispozitive de proiecţie, dispozitive cu lentile;

— *dispozitive totalizatoare sau integratoare* care indică valori totale rezultate din însumări ale unor valori parţiale. Fac parte dispozitive cu role, dispozitive cu mai multe scări gradate circulare şi indicatoare, dispozitive combinate [3]);

— *dispozitive mixte* [4]): dispozitive combinate, fiecare măsurînd însă altă mărime, ex. aparate de bord kilometraje — vitezometre, cel pentru kilometraje fiind totalizator (cu role) iar cel pentru viteză, indicator cu ac şi scară gradată;

— *dispozitive cu predeterminator* [5]): dispozitive combinate dintr-un dispozitiv indicator şi un dispozitiv de declanşare a unei acţiuni cînd se stinge o valoare fixată dinainte ex. la dozatoare, la aparatele de cîntărit cantităţi finite, la termometre cu contact etc);

---

[1]) În cazul măsurilor, se referă numai la cele cu valoare unică, fără repere (ex.: greutăţi, rezistenţe electrice etc.).

[2]) Piese asamblate în vederea unui alt scop decît transmiterea sau transformarea mişcării, rol pe care îl au mecanismele. Unele, cele mobile, îşi datorează mişcarea unor mecanisme, confundîndu-se cu acestea mai ales în cazul aparatelor de măsurat electrice, unde asocierea mecanismelor cu unele dispozitive este atît de intimă încît nici nu pot fi descrise separat (ex. dispozitivul de măsurare al voltmetrelor sau ampermetrelor).

[3]) Dispozitivele combinate măsoară valori ale unei aceleaşi mărimi.

[4]) În majoritatea cazurilor, dispozitivele mixte sînt denumite tot dispozitive combinate.

[5]) În majoritatea cazurilor, dispozitivele cu predeterminator sînt denumite tot dispozitive combinate.

Scanned with OKEN Scanner

— *dispozitive înregistratoare* [1]) care înscriu valorile succesive ale mărimii de măsurat. Fac parte: dispozitive cu înscriere pe diagrame, dispozitive înregistratoare cifrice.

Dispozitive de ajustare: care au rolul de a corecta, limita sau preîntîmpina cauzele care provoacă deficienţe în funcţionarea corectă a aparatelor de măsurat. Sînt cuprinse:

— *dispozitive de reglare* care au rol de corectare a unor cauze care nu sînt de natură a face aparatul de neîntrebuinţat. Fac parte dispozitive de corectare şi aducere la zero, dispozitive de avans, dispozitive de echilibrare;

— *dispozitive de frînare:* care au rolul de a face ca acul indicator al aparatelor să se oprească din oscilaţie cît mai repede posibil, la poziţia corespunzătoare mărimii măsurate. Fac parte: dispozitive amortizoare cu aer sau lichid, dispozitive amortizoare magnetice;

— *dispozitive de limitare:* care limitează cursele dispozitivului indicator sau opresc o acţiune cînd s-a ajuns la anumite valori prestabilite. Fac parte: dispozitive de limitare a cursei, dispozitive de supraplin.

Dispozitive de protecţie şi de siguranţă: care atrag atenţia operatorului că operaţia s-a terminat sau este aproape de terminare, inclusiv cele care feresc aparatele de unele acţiuni sau le micşorează efectele nefavorabile. Sînt cuprinse:

— *dispozitive de alarmă:* care avertizează că operaţia de măsurare s-a terminat sau se apropie de sfîrşit, sau că s-a produs ceva care ar periclita rezultatul măsurării, aparatul sau operatorul, dacă operaţia ar continua. Fac parte: dispozitive acustice, dispozitive optico-luminoase;

— *dispozitive de protecţie:* care au rolul de a menţine calităţiie metrologice ale aparatelor de măsurat protejîndu-le împotriva unor acţiuni vătămătoare. Fac parte: dispozitive de etanşare, dispozitive de protecţie contra îngheţului, dispozitive de ungere, dispozitive de limitare a apăsării, dispozitive de blocare;

— *dispozitive de siguranţă:* care au rolul de a feri aparatele de măsurat de unele acţiuni vătămătoare, în special cînd sînt lipsite de supravegherea operatorului sau nu se fac măsurări. Fac parte: dispozitive de izolare, dispozitive de punere la pămînt.

Dispozitive de comandă, intervenţie şi manipulare: care servesc la punerea şi oprirea din funcţiune a aparatelor de măsurat, precum şi la diferitele intervenţii necesare în timpul măsurării în vederea respectării unei indicaţii, a schimbării de sens de mişcare etc. Sînt cuprinse:

---

[1]) Dispozitivele înregistratoare sînt acţionate de mecanisme de diferite tipuri.

Scanned with OKEN Scanner

— *dispozitive de comandă :* care servesc la diferitele intervenţii în timpul măsurării (modificări ai unor factori, porniri, opriri, inversări de sens etc). Fac parte: dispozitive de comandă simplă, dispozitive de transmitere a comenzii (realizată mecanic, electric sau electronic);

— *dispozitive de intervenţie şi de manipulare :* care servesc la efectuarea unor intervenţii ale operatorului în cursul determinărilor, cum ar fi modificări în variaţia valorii mărimii de măsurat, poziţionări ale aparatului de măsurat etc. Fac parte: dispozitive de racordare, dispozitive de comutare, dispozitive de aşezare, dispozitive de alimentare şi de debitare.

Dispozitive auxiliare: care nu iau parte în mod direct la efectuarea măsurărilor. Sînt cuprinse:

— *dispozitive auxiliare componente :* care fac parte integrantă din aparat. Fac parte: dispozitive de agitare şi de amestecare, dispozitive de aspirare, dispozitive de marcare (pe care se aplică o marcă de verificare, de model etc);

— *dispozitive auxiliare necomponente :* care nu fac parte integrantă din aparat. Sînt cuprinse: dispozitive de prindere şi de fixare, dispozitive de strîngere şi de presare (care stabilesc contactul strîns între aparatul de măsurat şi corpul supus măsurării);

— dispozitive de aprindere şi de încălzire (la aparatele de măsurat care au nevoie de surse de căldură).

D. *TERMENI REFERITORI LA CARACTERISTICILE MIJLOACELOR DE MĂSURARE, LA OPERAŢIILE METROLOGICE ŞI LA CONDIŢIILE ÎN CARE SE FAC MĂSURĂRILE*

Caracteristicile mijloacelor de măsurare: particularităţile esenţiale prin care se deosebesc mijloacele de măsurare şi li se apreciază calitatea, atît din punct de vedere al construcţiei şi funcţionării, cît şi al rezultatelor măsurărilor ce se pot obţine cu ele. Se împart în două grupe: caracteristici tehnice şi caracteristici metrologice;

— *caracteristici tehnice :* particularităţi de construcţie şi funcţionare. Caracteristicile tehnice de construcţie privesc principiul de funcţionare, materialele, forma, dimensiunile de gabarit, modul de prelucrare a suprafeţelor etc. Caracteristicile tehnice de funcţionare[1]) privesc modul cum funcţionează mijlocul de măsurare, modul cum este influenţat în func-

[1]) Caracteristicile tehnice de funcţionare influenţează în mod deosebit rezultatele măsurărilor, fapt pentru care în literatura metrologică sînt de multe ori confundate sau prezentate ca fiind caracteristici metrologice.

Scanned with OKEN Scanner

ţionare de condiţiile de mediu etc. Cele mai însemnate caracteristici tehnice de funcţionare sînt:

— s t a b i l i t a t e a: caracteristica unui mijloc de măsurare de a nu fi influenţat decît de variaţia mărimii pe care o măsoară sau a fenomenului măsurabil pe care se bazează construcţia sa. Dacă această variaţie încetează, el trebuie să-şi reia poziţia iniţială. Cînd pentru fiecare valoare a acţiunii aparatul nu indică decît cîte o singură valoare, adică respectă legea fizică dintre variaţia fenomenului măsurabil şi indicaţiile sale, se spune că aparatul are *constanţă* sau că este constant [1]);

— i n e r ţ i a [2]): caracteristica tehnică prin care se constată modul cum se acomodează aparatul pentru a putea urmări variaţiile mărimilor de măsurat, respectiv ale acţiunilor care provoacă variaţia fenomenului măsurabil. Se apreciază prin întîrzierea cu care indicaţiile dispozitivului indicator urmează variaţiile mărimii de măsurat;

— g e n e r a l i t a t e a: caracteristica unui aparat de a putea fi înlocuit în determinări similare cu un aparat de acelaşi fel, respectiv care prezintă aceleaşi caracteristici;

— *caracteristici metrologice*: caracteristicile referitoare numai la rezultatele măsurărilor şi prin care se defineşte precizia mijlocului de măsurare respectiv. Cele mai importante sînt:

— j u s t e ţ e a: caracteristica metrologică a unei măsuri de a avea o valoare nominală apropiată de cea efectivă, respectiv a unui aparat de măsurat de a da indicaţii apropiate de valoarea efectivă a mărimii măsurate. Este cu atît mai mare, cu cît corecţia valorii măsurii, respectiv a indicaţiei aparatului de măsurat, este mai mică;

— f i d e l i t a t e a: caracteristica metrologică a unei măsuri, respectiv a unui aparat de măsurat, de a avea o variaţie cît mai mică la măsurarea aceleiaşi mărimi în condiţii identice. Variaţia, în acest caz, este diferenţa maximă dintre diferitele valori ale măsurii, respectiv dintre indicaţiile aparatului de măsurat, obţinute la măsurarea aceleiaşi mărimi, în condiţii identice. Variaţia depinde de cauze proprii măsurii, respectiv aparatului de măsurat, ca de exemplu: îmbătrînire, jocuri, frecări etc.;

— s e n s i b i l i t a t e a [3]): caracteristica metrologică a unui aparat

---

[1]) Se vede uşor că sfera noţiunii „stabilitate" nu include în totalitate noţiunea de „constanţă". Astfel, dacă materialele din care este alcătuit un termocuplu nu au o puritate anumită sau o păstrare intactă a unor proprietăţi fizice, atunci, deşi el este stabil, adică nu dă indicaţii la milivoltmetru decît în funcţie de variaţia de temperatură, nu va respecta întocmai curba de variaţie teoretică ridicată pe baza legii fizice de legătură.

[2]) Vezi la termenul „mobilitate" la caracteristicile metrologice.

[3]) La aparatele de măsurat cu amplificare, sensibilitatea se confundă cu raportul de amplificare. În cazul aparatelor prevăzute cu scară, sensi-

de măsurat de a percepe cele mai mici variaţii ale mărimii de măsurat. Se exprimă prin raportul dintre deplasarea indicelui şi variaţia mărimii de măsurat căreia îi corespunde acea deplasare [4]). Cea mai mică variaţie a mărimii de măsurat care produce o deplasare perceptibilă a indicelui se numeşte *prag de sensibilitate*;

— m o b i l i t a t e a [5]): caracteristica metrologică a unui aparat de măsurat de a avea o inerţie cît mai mică. Se exprimă prin raportul dintre variaţia mărimii de măsurat şi timpul de acomodare necesar aparatului pentru a da indicaţia necesară:

— p r e c i z i a : caracteristica metrologică a unei măsuri, respectiv a unui aparat de măsurat, prin care se exprimă gradul de exactitate al rezultatelor în măsurări. Ea este apreciată prin eroarea limită [6]), sau una din erorile mijlocii [7]) (conf. STAS 2872-59). Precizia aparatelor de măsurat este cu atît mai mare cu cît:

— aparatul este mai sensibil şi are un prag de sensibilitate mai coborît;
— aparatul este mai just;
— aparatul este mai fidel;
— siguranţa citirii este mai mare.

Operaţii metrologice: operaţii bazate pe cea mai înaltă tehnică a măsurărilor, prin care se asigură transmiterea unităţii de măsură de la etaloanele de ordin superior la cele de ordin inferior potrivit subordonării metrologice, precum şi operaţiile prin care se stabilesc sau se constată dacă măsurile şi aparatele de măsurat corespund prescripţiilor de calitate:

---

bilitatea poate fi exprimată prin raportul dintre diviziune şi valoarea diviziunii.

În domeniul aparatelor de cîntărit se foloseşte termenul „sensibilitatea practică". Reprezintă inversul sensibilităţii, adică raportul dintre variaţia mărimii de măsurat şi variaţia deplasării indicelui. Se defineşte ca fiind sarcina care face ca acul indicator să se deplaseze cu o diviziune.

[4]) Sensibilitatea medie sau a unui aparat, într-un interval oarecare M este exprimată prin variaţia mărimii geometrice (deviaţiei) L, în funcţie de M, intervalul considerat: $S_m = \frac{\Delta L}{\Delta M}$ iar sensibilitatea S este limita sensibilităţii medii cînd intervalul M tinde către zero, adică $S = \frac{dL}{dM}$. Dacă la determinarea sensibilităţii se vor micşora treptat variaţiile mărimii măsurate, la un moment dat nu se mai observă deplasarea indicelui, adică aparatul a ajuns la pragul său de sensibilitate.

[5]) Cu cît un aparat de măsurat are o mobilitate mai mare, respectiv o inerţie mai mică, cu atît simte mai repede variaţiile mărimii de măsurat pe care le urmăreşte şi le indică. Se spune în acest caz că aparatul este i m p r e s i o n a b i l. Calitatea unui aparat de a fi impresionabil se numeşte i m p r e s i o n a b i l i t a t e.

[6]) şi [7]) Vezi termenii la „Erorile de măsurare".

Scanned with OKEN Scanner

— *etalonare* [1]: ansamblul operațiilor prin care un etalon de ordin inferior se compară direct cu un etalon de ordin superior [2];

— *verificare*: ansamblul operațiilor prin care se constată dacă mijloacele de măsurare de lucru corespund prescripțiilor legale pentru caracteristicile metrologice. Verificările în țara noastră au fost reglementate [3].

Reglementarea cuprinde:

— v e r i f i c ă r i d e s t a t [4]: ansamblul de operații ce se efectuează de către O.S.M. [5] prin organele sale tehnice, operații prin care se asigură uniformitatea și exactitatea măsurilor și aparatelor de măsurat în scopul transmiterii unităților de măsură legale de la etaloanele de stat la măsurile supuse verificării. Pot fi: a) i n i ț i a l e, atunci cînd se efectuează asupra mijloacelor de măsurare fabricate, reparate sau importate, înainte ca acestea să fi fost folosite sau puse în circuitul economic; b) p e r i o d i c e, atunci cînd se efectuează asupra mijloacelor de măsurare aflate în uz, în cadrul termenelor stabilite prin

---

[1]) În trecut se înțelegea prin etalonare ansamblul operațiilor prin care se stabilesc valorile indicațiilor date de un mijloc de măsurare, inclusiv operațiile de trasare a scării gradate, în raport cu indicațiile date de un etalon.

[2]) Pentru menținerea unității internaționale a măsurilor, etaloanele naționale se compară direct, sau prin copiile lor, cu etaloanele internaționale păstrate la B.I.M.G. de la Sévres-Franța, precum și cu etaloanele instituțiilor metrologice centrale ale altor țări.

[3]) Decretul 394/1953 pentru aplicarea generală a sistemului metric, retipărit cu unele modificări sub nr. 21/1954, Regulamentul verificărilor de stat a măsurilor și aparatelor de măsurat, aprobat prin H.C.M. nr. 499 din 19.02.1953 și Instrucțiunile V S-64E pentru stabilirea mijloacelor de măsurare supuse verificării de stat, a termenelor și a taxelor de verificare emise de O.S.M. și aprobate de D.G.M.S.I. Aceste mijloace sînt arătate la capitolele care tratează mărimile.

[4]) La efectuarea verificărilor se ține seama de prevederile din standardele de stat și din instrucțiunile de verificare emise de D.G.M.S.I., iar în lipsa acestora, de condițiile impuse prin normele tehnice interne avizate de D.G.M.S.I. Întrucît calitatea unui mijloc de măsurare depinde și de felul în care a fost realizată construcția, de materialele utilizate etc, noțiunea verificării a fost extinsă și asupra condițiilor impuse caracteristicilor tehnice, instrucțiunile de verificare stabilind următoarea succesiune a verificărilor:

— verificarea aspectului exterior și a inscripțiilor;
— verificarea condițiilor tehnice;
— verificarea respectării condițiilor metrologice.

Verificările de stat se efectuează: a) în laboratoarele O.S.M.; b) în laboratoarele metrologice ale „unităților" autorizate de O.S.M.; c) în centrele și punctele de verificare stabilite de O.S.M.; d) la locurile de folosire, cînd mijloacele de măsurare nu sînt transportabile din cauza volumului, complexității, a pericolului de dereglare sau a legăturilor cu dispozitivele de producție. Aceste mijloace sînt arătate la capitolele care tratează mărimile.

[5]) O.S.M. = Oficiul de Stat pentru Metrologie.

Scanned with OKEN Scanner

instrucțiunile aprobate de D.G.M.S.I. c) inopinate, atunci cînd se efectuează în afara termenelor, avînd ca scop constatarea modului de respectare a normelor cu caracter metrologic;

— verificări prin convenții: verificări ce se efectuează de către organele de verificare [1]) ale „unităților" cu care D.G.M.S.I. a stabilit convenții scrise; sînt asimilate verificărilor de stat. Pot fi inițiale și periodice;

— verificări interne: verificări se ce efectuează de către organele metrologice ale instituțiilor sau întreprinderilor în intervalul dintre verificările de stat sau asimilate, în scopul constatării că mijloacele de măsurare și-au păstrat condițiile de utilizare;

— încercări: ansamblul operațiilor efectuate pentru determinarea caracteristicilor metrologice ale unui mijloc de măsurare și pentru studierea comportării lor față de acțiunea diferiților factori care pot influența funcționarea lui corectă. Încercările mijloacelor de măsurare în țara noastră au fost reglementate [2]). Reglementarea cuprinde:

— încercări de stat [3]): ansamblu de studii și determinări efectuate de către O.S.M. asupra unor exemplare din mijloacele de măsurare ce se intenționează a se fabrica, construi sau importa, în vederea acordării aprobării necesare [4]). Exemplarele încercate și aprobate se investesc cu „marca de model" și se numesc „modele de fabricație", respectiv „de import". Aprobarea de model de fabricație se acordă numai întreprinderilor constructoare, autorizate [5]) de către O.S.M. Pentru efectuarea încercărilor de stat, întreprinderile constructoare trebuie să prezinte:

— trei [6]) exemplare din fiecare măsură sau aparat de măsurat;

— trei dosare care să conțină fiecare:

a) un memoriu în care să se arate:

— descrierea măsurii sau aparatului de măsurat, cu indicarea modului de funcționare, manipulare și întreținere;

— destinația măsurii sau aparatului de măsurat;

— condițiile tehnice impuse de prescripții și de beneficiari, precum și măsura în care modelul corespunde acestor condiții;

---

[1]) Aceste organe se „atestează" de către O.S.M. pe bază de examinare asupra cunoștințelor de specialitate.

[2]) Decretul 21/1954 și Regulamentul Încercărilor de Stat, aprobat prin H.C.M. nr. 495 din 19 februarie 1953.

[3]) STAS 2933-60 le denumește „încercări de omologare".

[4]) Pentru efectuarea încercărilor de stat asupra exemplarelor de mijloace de măsurare care urmează a fi aprobate ca modele de fabricație, se percep taxe potrivit tarifului aprobat prin H.C.M. nr. 392 din 10.02.1953.

[5]) Reglementarea obținerii autorizațiilor este făcută prin Instrucțiunile Nr. 120 ale D.G.M.S.I.

[6]) În cazuri excepționale O.S.M. poate modifica acest număr.

Scanned with OKEN Scanner

— avantajele pe care le prezintă față de modelele existente;

b) documentația tehnică care a dus la realizare, calculele care s-au efectuat pentru realizare, desenele de fabricație cu dimensiuni, abaterile admisibile, materialele, precum și normele interne aprobate, sau în lipsa acestora, proiectul lor, care să cuprindă condițiile minimale pe care exemplarul de măsură sau aparatul de măsurat trebuie să le îndeplinească;

c) indicarea procesului tehnologic și a posibilităților de fabricație;

d) indicarea prețului de cost al produselor finite în serie;

e) procesul-verbal al „încercărilor interne" (vezi termenul) în care se vor arăta toate probele la care au fost supuse exemplarele, rezultatele obținute, precum și comparația cu normele interne de fabricație aprobate, sau, în lipsa acestora, cu proiectul lor. Pentru a fi aprobate ca modele, exemplarele supuse încercărilor de stat trebuie să aibă indicațiile în unități de măsură permise în țara noastră, să corespundă prescripțiilor din standardele de stat și instrucțiunile de verificare ale D.G.M.S.I. și tipurilor [1]), aprobate de aceasta, să fie comparabile cu cele mai bune aparate similare existente și să corespundă din punct de vedere economic. În plus, pentru cele fabricate în țară, trebuie ca procesul tehnologic și posibilitățile de fabricație să fie corespunzătoare calităților impuse de destinație și de condițiile de folosire;

— **încercări interne**: încercările ce se efectuează în cadrul întreprinderilor constructoare asupra exemplarelor de măsuri și aparate de măsurat care urmează a fi prezentate pentru încercări de stat. Rezultatele încercărilor interne se consemnează într-un proces-verbal în care se trece și avizul controlului intern al întreprinderii.

Condițiile în care se fac măsurările: parametrii care caracterizează mediul ambiant în care se efectuează măsurările și care influențează prin variația lor rezultatele acestora, fapt pentru care li s-au stabilit anumite valori de referință:

— *condiții normale de determinări*: valori de referință ale parametrilor care caracterizează mediul ambiant, stabilite convențional și standardizate. Pînă în prezent s-au normalizat valori de referință pentru următorii parametri:

— **temperatură** [2;3]: 20°C;

---

[1]) Tip de mijloc de măsurare: ansamblu de caracteristice care definesc acel mijloc și-l particularizează de celelalte.

[2]) STAS 1665-50 stare normală, temperatură normală, presiune normală și volum normal.

[3]) Pentru exprimarea valorilor nominale ale unor mărimi fizice ale căror valori variază cu temperatura (ex. lungime, volum, presiune, rezistență electrică etc.) s-a stabilit ca valoare de referință pentru temperatură 20°C (în trecut era 15°C). Tot astfel gradarea măsurilor și aparatelor de măsurat (lungimi, capacități etc.) se face la 20°C.

Scanned with OKEN Scanner

— presiune [1,2]: 101325 N/m² = 760 mm Hg normal [3] = 1,013250 bari [4] = 1 atm = 1,03322 kgf/cm²;

— umiditate relativă [5] : 60%.

În afară de acestea, s-a stabilit pentru g (accelerația normală a gravitației terestre) valoarea 9,80665 m/s² prin STAS 2848-61 — Constante universale. De asemenea s-a stabilit atmosfera standard STAS 2516-51 care în principiu este identică cu atmosfera standard internațională stabilită de Comisia Internațională pentru navigația aeriană (C.I.N.A.) în 1925 și la care se raportează etalonarea unora dintre aparatele de măsurat folosite în meteorologie, aviație, precum și unele calcule sau măsurări care necesită o „atmosferă" [6] de referință. Atmosfera standard este folosită în special în lucrările de meteorologie și în aviație. Este o atmosferă convențională, definită prin: compoziție și stratificare (structură) convențională, valori inițiale convenționale pentru presiune, temperatură și greutate specifică, legi fizice convenționale pentru variația în altitudine a mărimilor meteorologice și ecuații adoptate, rezultate din legile fizice convenționale necesare pentru calculul valorii mărimilor meteorologice în anumite unități.

În cazul determinărilor cu ajutorul aparatelor electrice de măsurat, o deosebită influență asupra rezultatelor o au cîmpurile electrice și magnetice. În acest caz condițiile normale sînt definite ca fiind condiții în care aceste influențe nu pot avea loc.

Vibrațiile, trepidațiile sau, în cazul unor aparate optice, iluminarea insuficientă sau prea puternică, zgomotul, componența aerului (gaze, praf etc), felul cum sînt dispuse măsurile și aparatele de măsurat în timpul efectuării determinărilor, pot produce modificări în rezultate. Nu li s-au stabilit valori de referință, întrucît nu s-au stabilit legi fizice de dependență. În schimb, s-au stabilit condiții pe care trebuie să le îndeplinească încăperile laboratoarelor metrologice, care încă nu au fost standardizate:

---

[1]) STAS 1665-50 stare normală, temperatură normală, presiune normală și volum normal.

[2]) Conferința generală de măsuri și greutăți din 1954 a dat valoarea presiunii atmosferice normale în bari, ca fiind egală cu 1,013250 bari valoare rotunjită, întrucît din calcul reiese 1,013250144354 bari. Valoarea în N/m² a presiunii normale a aerului s-a dat în funcție de valoarea rotunjită dată de a X-a C.G. de M.G.

[3]) Mercur cu densitatea 13,595 kg/dm³ aflat la temperatura de 0°C într-un loc în care accelerația gravitației este 9,80665 m/s².

[4]) 1 bar = 10^6 barye = 10^{-5} N/m².

[5]) Pentru umiditatea relativă sînt încă discuții dacă să fie 60% sau 65%.

[6]) Nu trebuie să se confunde „atmosfera standard" cu unitatea de presiune „atmosfera" pentru care s-a standardizat valoarea de referință. De asemenea nu trebuie să se confunde valorile inițiale stabilite în cadrul atmosferei standard presiune și temperatură, cu valorile de referință ale presiunii și temperaturii care sînt condițiile normale de determinări.

Scanned with OKEN Scanner

— să fie luminoase, curate și amplasate astfel încît vibrațiile provocate de mașinile în acțiune sau de trecerea vehiculelor să nu influențeze indicațiile aparatelor de măsurat;

— să fie izolat amplasate față de alte laboratoare, cum ar fi laboratoarele de chimie etc, care pot fi surse de vapori, gaze etc., cu efecte negative asupra mijloacelor de măsurare, precum și de orice surse de praf;

— să aibe amenajate instalații de termostatare, prin care să se poată menține o temperatură cît mai apropiată de temperatura normală, valoarea abaterii de la această temperatură fiind în funcție de precizia determinărilor sau operațiile metrologice care se execută în acele laboratoare (ex. pentru verificări curente $\pm$ 20°C);

— să nu treacă prin ele conducte de abur, apă, canalizare, gaze, legătura de la acestea făcîndu-se la piesa deservită numai din exterior;

— să fie uscate, umiditatea aerului să nu depășească 60%.

— să permită izolarea trecerii, respectiv a accesului persoanelor străine de laborator.

În ce privește așezarea mijloacelor de măsurare ale laboratoarelor:

— aparatele optico-mecanice (mașini de măsurat, microscoape universale, optimetre, balanțe cu citire optică la distanță etc.) trebuie să fie așezate pe fundații independente sau pe suporturi masive, care exclud vibrațiile, la distanță suficientă de sursele directe de încălzire;

— aparatele cu sursă proprie de iluminare sau cele care funcționează, la lumină artificială, să nu fie amplasate în dreptul ferestrelor, iar acestea să aibă perdele sau alte posibilități de acoperire, prin care să se realizeze întunecarea necesară.

3. CALCULUL CU MĂRIMI ȘI VALORI

A. *FORMULE FIZICE* [1])

Se împart în:

— formule (relații) de definiție a mărimilor derivate [2]) și a unităților derivate;

— formule de exprimare a legilor fizice.

---

[1]) Formulele fizice trebuie să fie corecte (conforme cu legile fizice) și inteligibile (să se cunoască semnificația fiecărui simbol pe care-l conține). Sînt prezentate atît regulile de alcătuire (inclusiv scriere) care asigură corectitudinea și inteligibilitatea, cît și posibilitățile de stabilire a formei pe care trebuie să o aibă și de verificare a exactității lor.

[2]) Vezi S.I.: Mărimi primare. Mărimi fundamentale. Mărimi derivate. Dimensiuni. Unități derivate. Ecuațiile dimensionale întrucît nu pot

Relaţiile de definiţie a mărimilor derivate şi a unităţilor derivate: relaţii de definiţie a mărimilor derivate, cu ajutorul altor mărimi (primare sau fundamentale) respectiv a unităţilor derivate, cu ajutorul unităţilor de măsură ale altor mărimi (primare sau fundamentale). Remarcăm:

— *inteligibilitatea formulelor de definiţie* se asigură prin respectarea următoarelor reguli:

— se va specifica totdeauna sensul acceptat pentru simbolurile factorilor componenţi [1]) (ex. formula de definiţie a densităţii: $\rho = \frac{m}{v}$, în care m este masa şi v volumul corpului);

— dacă simbolurile reprezintă valori obţinute prin măsurări faţă de unităţi incoerente [2]), este necesară specificarea unităţilor folosite (Ex. energia cinetică a unui mobil de masă m şi viteză v este prin definiţie, în mecanica newtoniană $W_c = \frac{1}{2} mv^2$, $\frac{1}{2}$ fiind coeficient numeric rezultat din considerente teoretice. Formula de definiţie este inteligibilă şi valabilă dacă simbolurile reprezintă mărimi sau chiar valori, dacă acestea sînt date în unităţi coerente. Dacă valorile sînt date în unităţi, necoerente, formula nu este inteligibilă. De exemplu W_c poate fi exprimat în electron-volţi, m în scara atomică de mase şi v în fracţiuni [3]) din viteza

---

reda „speţa mărimilor", nu pot fi considerate „formule".

Bibliografie:

— Prof. N. Bărbulescu: Elemente de fizică g-rală. Editura Didactică şi Pedagogică, 1961 pag. 15—19.
— Prof. Caius Iacob: Introducere matematică, în mecanica fluidelor. Ed. Ac. R.P.R. 1952 (passim).
— Prof. I. Plăcinţeanu: Mărimi fizice şi unităţile lor de măsură. Ed. M.F.A., 1954, pag. 10—43.
— Lexiconul Tehnic Român: Vol. 10, Editura Tehnică 1962 pag. 134.
— M. Denis-Papin et J. Vallot: Metrologie générale vol 1;2, Ed. Dunod, Paris, 1960 (passim).
— STAS 2321-51 Reguli pentru alcătuirea formulelor fizice.
— STAS 6451-61 Exprimarea mărimii fizice şi a mărimii fiziologice a sunetelor şi zgomotelor.
— STAS 6470-61 Reguli pentru prezentarea numerelor (experimental).
— STAS 6469-61 Reguli pentru rotunjirea numerelor.
— STAS 283-49 Numere normale.
— STAS 406-49 Rotunjiri. Raze normale.
— Standardele generale privind terminologia şi simbolurile.

[1]) Specificaţia este necesară deoarece simbolurile folosite în formulele fizice pot reprezenta fie mărimi fizice, fie valori ale acestor mărimi, fie unităţi de măsură.

[2]) Vezi termenul, la Unitate de măsură.

[3]) Fracţiuni presupuse mici pentru ca mecanica newtoniană să fie valabilă.

Scanned with OKEN Scanner

luminii. În acest caz relația de definiție se scrie $W_c = k\,m\,v^2$ cu specificația valorii numerice a lui k și specificația unităților de măsură, atît pentru W_c, cît și pentru m și v.

— *corectitudinea formulelor de definiție* se asigură atît prin respectarea regulilor privind inteligibilitatea, cît și a următoarelor reguli:

— în cazul formulelor în care simbolurile exprimă valori, fiecare valoare trebuie să fie exprimată prin valoarea numerică și simbolul unității și să nu conțină factori de proporționalitate neinteligibili. Ex.: relația scrisă sub forma $v = 3{,}6\,\frac{s}{t}$ și care ar trebui să reprezinte valoarea vitezei în km/h este incorect scrisă și în același timp neinteligibilă. Corect ar fi trebuit scris $v(\text{km/h}) = 3{,}6\,\frac{S(m)}{t(s)}$ în care viteza v este în km/h, spațiul S în m și timpul t în s);

— să nu se utilizeze în aceeași formulă mărimi și valori, ci sau numai mărimi, sau numai valori, deoarece se pot produce confuzii și deci greșeli. Ex.: în formula puterii unui motor dată sub forma $P = \frac{\pi D^2 p \cdot l \cdot n_1 \cdot n_2}{240}$, chiar dacă se arată ce reprezintă simbolurile, este incorect scrisă (deși e justă). Corect ar trebui scrisă $P = \frac{\pi D^2}{4}\,p \cdot l \cdot n_1\,\frac{n_2}{t}$ în care P este puterea, D-diametrul pistonului, p-presiunea, l-lungimea cursei, n_1-numărul cilindrilor, $\frac{n_2}{t}$-numărul curselor în unitatea de timp, respectiv într-o secundă;

— în cazul în care definițiile nu conțin numai mărimi fundamentale sau numai valori exprimate în unități fundamentale, corectitudinea se poate asigura prin verificarea cu ajutorul omogenității [1]), cu excepția cazurilor în care există factori de proporționalitate numerici, care neavînd dimensiuni nu pot fi verificați pe această cale. Ex.: cazul formulei puterii $P = \frac{\pi D^2 p \cdot l \cdot n_1 \cdot n_2}{240}$ din exemplul de mai sus. Pentru verificare, trebuie ca dimensiunile [2]) să fie aceleași în ambii membri, adică L^2MT^{-3}.

---

[1]) Egalitatea dimensională a celor doi membri ai unei formule fizice.

[2]) Pentru stabilirea dimensiunilor, se aduc treptat mărimile sau unitățile pînă la exprimarea lor numai prin mărimi sau unități fundamentale.

$$P = \frac{w}{t} = \frac{f \cdot l}{t} = \frac{m \cdot a \cdot l}{t} = \frac{m \cdot v/t \cdot l}{t} = \frac{m \cdot S/t^2 \cdot l}{t} = \frac{m \cdot s \cdot l}{t^3}$$

(în care w este lucrul mecanic, t-timpul, f-forța, l-deplasarea, a-accelerația, v-viteza, s-spațiul). Rezultă, înlocuind simbolurile mărimilor prin

Rezultă însă că sînt diferite, întrucît în membrul al doilea sînt L^2MT^{-2}. De aici necesitatea respectării regulilor de scriere corectă, întrucît numai scrierea corectă poate da posibilitatea verificării exactității formulei.

Formulele de exprimare a legilor fizice [1]: relații de exprimare a legăturilor esențiale dintre evenimentele complexe din natură.

O formulă de exprimare a unei legi fizice poate fi dată sub forma unei ecuații sau inecuații matematice de forma

$$f(n, y, z...) = 0,\ f(n, y...) > 0;\ f(n, y...) \geqslant 0,$$

în care fiecare dintre variabile, de exemplu: n este o variabilă numerică de forma:

$$n = \frac{M_1^{P_1} \cdot M_2^{P_2} \ldots}{C}, \qquad \text{(a)}$$

unde M_1, M_2... sînt mărimi care prin corelația lor descriu fenomenul fizic considerat, iar C o mărime derivată nouă, constantă sau coeficient, care nu variază cînd variază mărimile M_1, M_2... Considerînd că fenomenul fizic ar fi descris numai de n, și că acesta este definit numai prin relația dintre M_1, M_2 și C și că mărimile M_1 și M_2 sînt mărimi derivate din mărimile fundamentale m_1 și m_2, se poate scrie:

$$n = k \frac{m_1^{q_1} \cdot m_2^{q_2}}{C}, \qquad \text{(b)}$$

unde k este un factor numeric care intră în definiția mărimilor derivate. Exprimînd pe m_1 și m_2 prin valorile lor măsurate ($m_1 = n_1 u_1$ și $m_2 = n_2 u_2$,

---

simbolurile date în sistem $L\ M\ T$ în care au fost alese ca mărimi fundamentale $[P] = L^2MT^{-3}$. Verificăm membrul al doilea: $[p] = L^{-1}MT^{-2}$, $[D^2] = L^2$, $[l] = L$; n_1, n_2, π și 240 sînt numere.

Rezultă deci L^2MT^{-2} și nu L^2MT^{-3}. Aceasta din cauză că relația a fost scrisă greșit și a făcut să se scape din vedere că numitorul 240 conține un produs între 4 și 60 care reprezintă secunde, deci timp. În cazul scrierii corecte, relația se verifică.

[1]) Legile reprezintă în fizică expresiile celor mai generale legături (ex. legea gravitației universale). Expresiile legăturilor care rezultă din legi prin analiză logică (ex. pentru căderea unui corp la suprafața pămîntului) sînt denumite teoreme. Multe din legile stabilite devin simple teoreme, ca urmare a noilor cuceriri (ex. fosta lege a lui Coulomb care în trecut reprezenta o lege referitoare la cîmpurile electrice, a devenit o simplă teoremă, ca urmare a stabilirii legilor fluxului și inducției electromagnetice). Legile se verifică prin practică. Regulile referitoare la formulele de exprimare a legilor fizice sînt aplicabile și în ce privesc teoremele deduse din acestea, precum și tuturor relațiilor matematice între mărimi și valori de mărimi fizice.

în care n_1 și n_2 sînt valorile numerice, iar u_1 și u_2 sînt simbolurile unităților de măsură cu care s-au măsurat) și înlocuindu-le în relația (b) obținem

$$n = k \frac{(n_1 u_1)^{q_1} \cdot (n_2 u_2)^{q_2}}{C},$$

din care rezultă

$$C = \frac{k}{n} n_1^{q_1} n_2^{q_2} \cdot u_1^{q_1} u_2^{q_2}. \qquad (c)$$

Mărimea derivată C din expresia (a), în care era constantă care nu variază cînd variază M_1 și M_2, a rămas aceeași și în expresia (b), inclusiv (c), adică o mărime constantă. Valoarea mărimii constante C sau a unității sale se obține cu ajutorul relației (c).

Ceea ce a fost valabil pentru funcțiunea $f(n) = 0$ este valabil și pentru funcțiunea $f(n, y...) = 0$, în care și y poate avea aceleași forme de interpretare ca și n.

Legea fizică definește mărimile de forma C și afirmă constanța lor, adică independența lor, de mărimile variabile (fundamentale sau derivate) care intervin în studiul fenomenului fizic [1]).

— *inteligibilitatea formulelor de exprimare a legilor fizice* se asigură prin respectarea regulilor arătate pentru relațiile de definiție a mărimilor derivate, cît și prin respectarea următoarelor reguli:

— dacă într-o formulă care exprimă o lege fizică se înlocuiește simbolul unei constante care reprezintă o mărime derivată a cărei unitate depinde de alegerea unităților definite direct, prin valoarea ei, se vor specifica unitățile folosite, deoarece formula nu mai poate fi interpretată ca o formulă cu mărimi, ci ca o formulă cu valori;

---

[1]) Exemple:

a) Legea gravitației $\left(F = C \frac{m_1 m_2}{d^2}\right)$ se poate scrie sub forma $\varkappa - 1 = 0$ în care variabila numerică $\varkappa$ este $\varkappa = \frac{F \cdot d^2}{C m_1 m_2}$, F fiind forța de atracție între două corpuri cu masele m_1 și m_2, iar d, distanța dintre ele, m_1 și m_2 fiind considerate ca două puncte materiale.

b) Legea pendulului $\left(T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}\right)$ se poate scrie sub forma $\varkappa - 1 = 0$ în care $\varkappa = \frac{T^2 g}{C \cdot l}$, unde T este perioada de oscilație a pendulului, g-accelerația pămînteană, l-lungimea pendulului, iar C-mărimea constantă 2π.

Legile arătate definesc mărimile derivate C și afirmă independența lor față de celelalte mărimi din relațiile respective.

Scanned with OKEN Scanner

— ori de cîte ori o constantă care depinde de unităţile alese pentru mărimile direct definite este considerată în scrierea unei formule ca un număr (respectiv fără dimensiuni), se va specifica explicit fie convenţia făcută, fie sistemul de unităţi care conduce la valoarea aleasă pentru constantă [1]).

— *corectitudinea formulelor de exprimare a legilor fizice* se asigură prin respectarea regulilor arătate pentru inteligibilitate. Verificarea corectitudinii [2]) se face cu ajutorul omogenităţii (cu excepţia constantelor fără dimensiuni — deci numere pure — care nu pot fi stabilite prin analiză dimensională [3]).

Omogenitatea poate servi şi ca metodă pentru stabilirea formei unor formule fizice [4]), cu condiţia ca, formînd ecuaţiile exponenţilor dimen-

---

[1]) Se exceptează cazul în care convenţia aleasă, deci sistemul de unităţi, este fixat prin standarde speciale. Este locul să arătăm că o dată cu utilizarea generală numai a sistemului internaţional de unităţi de măsură S.I., posibilitatea interpretărilor eronate va dispare.

[2]) Exemple:

a) Verificarea exactităţii formulei spaţiului în mişcarea uniform accelerată $S = \frac{1}{2} at^2$ (în care S este spaţiul, a acceleraţia şi t timpul). Înlocuim mărimile din membrul întîi şi al doilea, cu simbolurile mărimilor fundamentale prin care sînt definite: $[S] = L$; $[a] = LT^{-2}$; $[t^2] = T^2$. Obţinem $L = L$, deci relaţia este corectă (fără a ţine seama de constanta $\frac{1}{2}$).

b) Verificarea exactităţii legii pendulului $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ (în care T este perioada, l lungimea pendulului şi g acceleraţia gravitaţiei terestre). $[T] = T$; $\left[\sqrt{\frac{l}{g}}\right] = \sqrt{\frac{L}{LT^{-2}}} = T$; $T = T$, deci relaţia este justă (fără a ţine seama de constanta 2π).

c) Verificarea exactităţii formulei presiunii hidrostatice la adîncimea h, $p = h \cdot \rho \cdot g$, (în care p este presiunea şi ρ densitatea apei, h adîncimea şi g acceleraţia gravitaţiei terestre. $[p] = L^{-1}MT^{-2}$, $[h] = L$, $[\rho] = L^{-3}M$, $[g] = LT^{-2}$. Obţinem $L^{-1}MT^{-2} = L \cdot L^{-3}M \cdot LT^{-2}$ adică $L^{-1}MT^{-2} = L^{-1}MT^{-2}$. Relaţia este corectă. Dacă însă ρ ar fi fost considerat densitate relativă, deci fără dimensiuni, relaţia nu ar fi fost omogenă. Observăm că pentru corectitudine, relaţia trebuie exprimată cu densitatea ρ ca fiind masa specifică, nu densitatea relativă.

[3]) Omogenitatea formulelor este o condiţie necesară pentru exactitatea lor, însă nu suficientă.

[4]) Exemple:

a) Să se găsească forma formulei spaţiului parcurs de un mobil în cădere liberă (legea spaţiului în cădere liberă). Din observaţii se constată că spaţiul parcurs de un mobil în cădere liberă depinde de acceleraţia

Scanned with OKEN Scanner

sionali, numărul ecuațiilor să fie mai mare sau cel puțin egal cu numărul necunoscutelor care definesc mărimea a cărei formulă se caută [1]).

gravitației și de timp. Apreciem că mai poate exista o mărime constantă k și care nu ar putea fi stabilită decît prin experiență. Putem deci scrie $S = k\,g^{\alpha}\,t^{\beta}$ în care S este spațiul, k mărimea constantă, g accelerația gravitației și t timpul. Trecînd la dimensiuni, obținem:

$$L = (L\,T^{-2})^{\alpha} \cdot T^{\beta} = L^{\alpha} \cdot T^{-2\alpha+\beta}.$$

Pentru ca să existe omogenitate, trebuie ca exponenții mărimilor fundamentale din ambii membri să fie egali, adică $\alpha = 1$ și $-2\alpha + \beta = 0$ adică $\beta = 2$. Înlocuind în relația inițială, găsim $S = kgt^2$. Pentru cazul ecuației valorice, pe k îl determinăm experimental, măsurînd spațiul, timpul și accelerația gravitației. Găsim valoarea $\frac{1}{2}$ și deci expresia este $S = \frac{1}{2} gt^2$.

b) Să se găsească forma relației care exprimă viteza de propagare a unei vibrații într-un mediu elastic. Relația poate fi, în general, de forma $v = kE^{\alpha}\rho^{\beta}$ în care k este constantă, E elasticitatea și ρ densitatea mediului. Trecem la dimensiuni. $[v] = L\,T^{-1}$; $[\rho] = L^{-3}\,M$. Pentru E, utilizăm formula alungirii $\Delta l = \frac{f \cdot l}{E \cdot A}$ în care Δl este alungirea, f forța, l lungimea epruvetei și A secțiunea epruvetei $[E] = \frac{L\,M\,T^{-2} \cdot L}{L \cdot L^2} = L^{-1}MT^{-2}$. Relația va fi $LT^{-1} = (L^{-1}MT^{-2})^{\alpha} \cdot (L^{-3}\,M)^{\beta}$; $LT^{-1} = L^{-\alpha-3\beta}\,M^{\alpha+\beta}\,T^{-2\alpha}$. Pentru omogenitate, $-\alpha - 3\beta = 1$, $\alpha + \beta = 0$ și $-2\alpha = -1$. Rezolvînd, găsim $\alpha = \frac{1}{2}$ și $\beta = -\frac{1}{2}$, pe care înlocuindu-le în expresia inițială găsim

$$v = k\,E^{\frac{1}{2}} \cdot \rho^{-\frac{1}{2}} = k\sqrt{\frac{E}{\rho}}.$$

Pentru exprimarea valorică, se determină experimental constanta k.

[1]) Exemplu: Să se găsească expresia care dă numărul vibrațiilor pe care le are o coardă sonoră într-o secundă. Experimental, se constată cu ajutorul unui sonometru că numărul vibrațiilor pe secundă (n/s) depinde de raza secțiunii corzii (r), de lungimea corzii (l), de forța care întinde coarda ($f = m \cdot a$, în care m este masa și a accelerația) și de densitatea materialului din care este făcută coarda ($\rho = m/v$, în care m este masa și v volumul). Se poate deci scrie:

$$\frac{n}{s} = k\,r^{\alpha} \cdot l^{\beta} \cdot f^{\gamma} \cdot \rho^{\delta} \quad (k = \text{constantă}).$$

Aplicînd dimensiunile, obținem:

$$T^{-1} = L^{\alpha}\,L^{\beta}\,(LMT^{-2})^{\gamma}\,(L^{-3}\,M)^{\delta} \text{ sau}$$

$$T^{-1} = L^{\alpha+\beta+\gamma-3\delta} \cdot M^{\gamma+\delta} \cdot T^{-2\gamma}.$$

B. *CALCULUL CU MĂRIMI ŞI VALORI* [1])

Calculul cu mărimi: calculul cu relaţii în care nu apar decît mărimi, respectiv simbolurile acestora. (Ex.: „stabilirea relaţiilor de definiţie ale mărimilor derivate, stabilirea ecuaţiilor dimensionale ale mărimilor derivate, verificarea cu ajutorul omogenităţii a exactităţii relaţiilor fizice (formulelor) dintre mărimi, stabilirea cu ajutorul omogenităţii a formei unor formule fizice etc.). În calculul cu mărimi se va ţine seama de:

— utilizarea simbolurilor standardizate [2]);

— respectarea regulilor privind inteligibilitatea şi corectitudinea formulelor [3]);

— adunarea (sau scăderea) unei mărimi cu altă (sau din altă) mărime nu are sens decît valoric (o lungime adunată cu altă lungime este tot o lungime);

— mărimile se tratează ca factori algebrici, rezultatul calculelor fiind tot mărimi (Ex.: o lungime ridicată la puterea doua este o arie, la puterea treia un volum. O masă înmulţită cu o acceleraţie este o forţă etc).

Calculul cu valori: calcul cu relaţii în care nu apar decît valori ale mărimilor, constantelor, coeficienţilor etc., respectiv cu numere urmate de simbolurile unităţilor de măsură, sau numai simboluri de unităţi de măsură (ex.: stabilirea dimensiunii, respectiv valorii unor unităţi derivate prin înlocuirea în formula de definiţie a acelei mărimi, a mărimilor fundamentale — sau primare — prin simbolurile unităţilor de măsură ale acestora, care reprezintă valori). În calculul cu valori se va ţine seama de:

— utilizarea simbolurilor standardizate;

— respectarea regulilor privind inteligibilitatea şi corectitudinea formulelor;

Pentru omogenitate, trebuie să avem:

$$\alpha + \beta + \gamma - 3\delta = 0$$

$$\gamma + \delta = 0$$

$$-2\gamma = -1.$$

Sistemul de 3 ecuaţii are patru necunoscute şi nu se poate rezolva. Forma relaţiei nu se poate deci stabili pe această cale.

[1]) Sînt încă dese confuziile care se fac între „mărime“ şi „valoarea mărimii“. Se datorează faptului că relaţiile fizice au fost prezentate de obicei numai ca relaţii între valori, considerîndu-se că abstractizarea nu este încă în măsură a prezenta „generalitatea legăturilor dintre complexele fenomene ale naturii“ O dată cu generalizarea introducerii calculului logic, confuziile nu vor mai fi posibile.

[2]) Simbolurile sînt arătate la capitolele care tratează mărimile.

[3]) Vezi regulile respective la „Formulele fizice“.

Scanned with OKEN Scanner

— adunarea (sau scăderea) valorilor mărimilor care nu prezintă caracter de sumalitate nu are sens;

— valorile unor mărimi nu se pot aduna sau scădea dacă în definiţia lor intervine alegerea arbitrară a unei origini, adică dacă valorile respective conţin o constantă aditivă arbitrară (ex.: valorile altitudinilor faţă de nivelul mării arbitrar ales ca origine, potenţialele electrice faţă de pămînt considerat ca un conductor de potenţial nul);

— valorile se tratează ca factori algebrici;

— utilizarea de unităţi coerente sau redate într-un sistem coerent (se va utiliza sistemul de unităţi S.I., care este sistem legal şi obligatoriu);

— rezultatele se vor prezenta numai sub formă valorică, respectiv valoarea numerică urmată de simbolul (sau simbolurile) unităţii (sau unităţilor) rezultatelor, cu excepţia cazurilor cînd unele dintre acestea şi-au căpătat denumiri speciale, cînd se pot utiliza simbolurile respective (ex.: în loc de N.m. (newton-metru) [1]), se poate scrie J (joule); în loc de J/s (joule pe secundă) se poate scrie W (watt) etc.);

— în cazul calculelor care cuprind valori mici, se pot folosi unele simplificări care permit reducerea unor expresii mai complicate, la o sumă algebrică de doi sau mai mulţi termeni, cu condiţia de a nu se introduce erori incompatibile cu precizia cerută. Exemple:

a) $A = (1 + \varepsilon) \cdot (1 + \varepsilon')$,

unde ε şi ε' sînt valori mici. Efectuînd înmulţirea, se obţine:

$$A = 1 + \varepsilon + \varepsilon' + \varepsilon\varepsilon'.$$

Produsul $\varepsilon\varepsilon'$ în general este de ordin atît de mic, încît poate fi neglijat, aşa că se poate scrie:

$$A = 1 + \varepsilon + \varepsilon'.$$

În acest caz eroarea de calcul este în minus. Acesta este cazul pentru calcularea expresiei

$$A + (1 + \alpha t) \cdot (1 + kt),$$

în care $(1 + \alpha t)$ este binomul de dilataţie aparentă a unui lichid, iar $(1 + kt)$ binomul de dilataţie cubică a sticlei. Efectuînd, obţinem:

$$A = 1 + (\alpha + k)t + \alpha k t^2.$$

Cum valoarea numerică a coeficientului mediu de dilatare α a lichidelor obişnuite este de ordinul 10^{-3} iar a coeficientului mediu de dilataţie cubică k a sticlei este de circa $2 \cdot 10^{-5}$, produsul αk este de ordinul

[1]) În cazul cînd este vorba de unitatea pentru moment static, N.m., nu se poate scrie J, întrucît J reprezintă unitate de energie, nu de moment.

Scanned with OKEN Scanner

$2 \cdot 10^{-8}$, în consecinţă neglijabil faţă de kt, dacă temperatura t nu are valori prea ridicate. Se poate deci scrie:

$A = 1 + (\alpha + k)\, t$. Dacă $t = 100°C$, avem:

$A = 1 + (10^{-3} + 2 \cdot 10^{-5}) \cdot 100 = 1{,}102$, iar eroarea în minus este $\varepsilon = kt^2 = 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^{-5} \cdot 100 = 0{,}0002$.

b) $A = (1 + \varepsilon)(1 - \varepsilon)$. Putem scrie:

$A = 1 - \varepsilon^2 \simeq 1$, eroarea de calcul fiind ε^2. Astfel produsul $A = 1{,}02 \cdot 0{,}98$ se poate scrie:

$A = (1 + 0{,}02)\ (1 - 0{,}02) = 1$, eroarea (de calcul) în plus care se face fiind egală cu $0{,}02^2 = 0{,}0004$.

c) $A = (1 \pm \varepsilon)^2$. Se poate scrie simplificat:

$A = 1 \pm 2\varepsilon$. Eroarea de calcul făcută pentru neglijarea lui ε^2 este totdeauna în minus [1]). Astfel $(1{,}00354)^2 = (1 + 0{,}00354)^2 = 1 + 2 \cdot 0{,}00354 = 1{,}00708$, eroarea în minus fiind $\varepsilon^2 = 12 \cdot 10^{-6}$.

d) $A = \sqrt{1 \pm \varepsilon}$. Se poate scrie:

$A = (1 \pm \varepsilon)^{\frac{1}{2}} = 1 \pm \frac{1}{2}\varepsilon$. Astfel, pentru calculul impedanţei [2]) serveşte relaţia:

$Z = \sqrt{L^2 \omega^2 + R^2}$ în care $L\omega$ este reactanţa şi R rezistenţa bobinei. Se poate scrie:

$$Z = L\omega \sqrt{1 + \left(\frac{R}{L\omega}\right)^2}$$

şi simplificat

$$Z = L\omega \left(1 + \frac{1}{2}\ \frac{R}{L\omega}\right);$$

— rotunjirea valorii numerice a rezultatelor tehnice să se facă în concordanţă cu eroarea rezultatelor măsurărilor (valorilor măsurate), valoarea numerică a rezultatului trebuind să se termine în general cu o cifră de acelaş ordin cu valoarea erorii [3]). Operaţia de rotunjire se face după regulile calculului aproximativ şi anume:

— cifrele de prisos la numerele întregi sînt înlocuite cu zero, iar la fracţii zecimale se elimină;

— dacă prima cifră înlocuită cu zero sau eliminată este mai mică decît 5, atunci cifrele rămase nu se schimbă;

— dacă prima cifră înlocuită cu zero sau eliminată este mai mare sau egală cu 5 iar cifrele care urmează nu sînt zero, atunci ultima cifră din numărul rotunjit se măreşte cu o unitate;

---

[1]) În general se poate scrie că $A = (1 \pm \varepsilon)^n = 1 \pm n\varepsilon$ (vol. 2).
[2]) Vezi „Mărimi electrice" (vol. 2).
[3]) Vezi „Erorile de măsurare".

Scanned with OKEN Scanner

— dacă cifra 5 se înlocuieşte cu zero sau se elimină, singură sau cu zerourile care urmează, atunci ultima cifră din numărul rotunjit rămîne neschimbată dacă este cu soţ şi se măreşte cu o unitate, dacă este fără soţ [1]).

E x e m p l e: S-au obţinut următoarele rezultate:

$X_1 = 100{,}77 \pm 0{,}033$

$X_2 = 237{,}465 \pm 0{,}127$

$X_3 = 123357 \pm 678$. Rezultatele rotunjite vor fi:

$X_1 = 1001{,}77 \pm 0{,}03$

$X_2 = 237{,}46 \pm 0{,}13$ sau $X_2 = 237{,}5 \pm 0{,}1$

$X_3 = 123400 \pm 700$ sau $X_3 = 1234 \cdot 10^2 \pm 7 \cdot 10^2$.

4. ERORILE DE MĂSURARE. CORECŢII

A. *CATEGORII DE ERORI DE MĂSURARE*

Erori de măsurare Δ: diferenţa dintre valoarea mărimii şi o valoare de referinţă de precizie superioară primei valori. Pot fi: *relative*, cînd reprezintă raportul dintre eroarea de măsurare şi valoarea de referinţă adoptată (putîndu-se exprima şi în procente, în care caz se numeşte *eroare procentuală*) şi *absolute*, cînd reprezintă eroarea comisă asupra întregii valori măsurate. După caracterul lor, distingem:

— *erori sistematice*: care au în fiecare caz o valoare determinată (constantă sau variabilă după o lege cunoscută). Ele cuprind erorile controlabile ale aparatelor de măsurat şi ale metodelor de măsurare, ca şi acelea care depind de influenţele măsurabile ale mediului exterior. Pot fi:

— e r o r i s i s t e m a t i c e c o n s t a n t e: a căror valoare este de forma $\Delta s = \text{const.}$ (ex.: decalajul între punctul de zero şi indicaţia zero la aparatele de măsurat cu scări gradate liniare);

— e r o r i s i s t e m a t i c e v a r i a b i l e p r o p o r ţ i o n a l: a căror valoare este proporţională cu valoarea individuală măsurată şi este de forma $\Delta s = \text{const.}\ x$, în care x este valoarea individuală [2]) măsurată (ex.: modificarea densităţii lichidului folosit într-un manometru cu lichid faţă de densitatea lichidului pentru care a fost gradat aparatul de măsurat);

---

[1]) În acest caz se numeşte „rotunjire pînă la număr cu soţ".

[2]) Valoare rezultată dintr-o singură măsurare.

Bibliografie:

— Lexiconul Tehnic Român Vol. 7 Ed. Tehnică 1960, pag. 283—291.
— A. D e l e c o u r t & J. T u r c a n: Introduction a une deuxième

— eroare sistematică variabilă periodic: a cărei valoare este o funcție periodică de forma $\Delta s = F(t)$, în care variabila t poate fi și valoarea individuală măsurată, timpul, temperatura etc. (ex. la un aparat de măsurat cu cadran circular, centrul de rotație al acului indicator are o poziție excentrică față de centrul cadranului);

— eroare sistematică variabilă după o lege oarecare: a cărei valoare variază după o lege oarecare de forma $\Delta s = f(u)$, în care variabila u poate fi valoarea individuală măsurată, timpul, temperatura etc. Funcția $f(u)$ poate fi determinată teoretic sau experimental, prin comparație cu un mijloc de măsurare etalon (ex. diagrama erorilor sistematice de indicație la un micrometru, determinată experimental);

— eroare sistematică nestăpînită: eroare sistematică pentru care nu s-a putut determina, sau nu s-a considerat util să se determine valoarea. În prelucrările rezultatelor acest fel de erori sînt considerate ca erori întîmplătoare (vezi termenul);

— *eroare întîmplătoare* [1]) a cărei mărime și semn variază la întîmplare, într-un șir de valori rezultate din măsurarea aceleiași mărimi, în aceleași condiții. Erorile întîmplătoare provin din fluctuațiile întîmplătoare ale indicațiilor aparatelor de măsurat, ale influențelor mediului exterior, sau ale atenției observatorului. Cu cît numărul determinărilor care alcătuiesc șirul de valori rezultate din măsurarea aceleiași mărimi, în aceleași condiții, este mai mare, cu atît valoarea medie a erorilor întîmplătoare este mai mică, devenind egală cu zero pentru un număr, infinit de determinări [2]), în care caz valoarea medie a șirului este egală cu valoarea de referință. Distingem:

— eroare adevărată (întîmplătoare) a valorii individuale (simbol δ): eroare de măsurare a valorii indi-

---

étude de la physique Ed. Dunod-Paris 1948, pag. 154—186.
— M. Denis-Papin et J. Vallot: Metrologie appliquée Ed. Dunod-Paris pag. 1—34.
— F. Malicov: Bazele Metrologiei (tr. l. rusă) I.D.T. 1954 (passim)
— F. Malicov: Introducere în tehnica măsurării (tr. l. rusă) I.D.T. 1954 (passim)
— I. Plăcinteanu: Teoria erorilor de măsurare și metoda celor mai mici patrate. Ed. Tehnică 1957 (passim).
— STAS 2872-59 Erori de măsurare. Terminologie și simboluri.
— STAS 2933-60 Mijloace de măsurare. Terminologie.

[1]) În trecut se numea și „eroare fortuită", sau „eroare accidentală". Prin STAS 2872-59 s-a stabilit termenul de „eroare întîmplătoare".

[2]) Demonstrație: Fie $l_1, l_2 \ldots l_n$ șirul de valori, Z valoarea de referință (care poate fi valoarea adevărată, valoarea nominală, valoa-

Scanned with OKEN Scanner

viduale față de valoarea adevărată [1]) a mărimii măsurate, adică $\delta_i = l_i - x$;

—eroare adevărată (întîmplătoare) a valorii medii (simbol λ): eroare de măsurare a valorii unui șir de măsurări efectuate asupra aceleiași mărimi, în aceleași condiții, față de valoarea adevărată a mărimii măsurate, adică λ [2]) $= L - X$. Pentru un număr infinit de determinări $\lambda = 0$ și deci $L = X$;

—eroare aparentă a valorii individuale (simbol v): eroare de măsurare a valorii individuale dintr-un șir de măsurări efectuate asupra aceleiași mărimi, în aceleași condiții față de valoarea medie a șirului, adică $v_i = l_i - L$.

---

rea medie etc.) și $\Delta_1, \Delta_2, \ldots, \Delta_n$ erorile întîmplătoare, adică

$$\Delta_1 = l_1 - Z$$

$$\Delta_2 = l_2 - Z$$

$$\Delta_n = l_n - Z$$

$$\sum_{i=1}^{n} \Delta_i = \sum_{i=1}^{n} l_i - n\,Z$$

Făcînd media aritmetică, obținem:

$$\frac{\sum_{i=1}^{n} \Delta_i}{n} = \frac{\sum_{i=1}^{n} l_i}{n} - Z = L - Z,$$

în care L este valoarea medie a șirului.

Dacă $n = \infty$, $\dfrac{\sum_{i=1}^{\infty} \Delta_i}{\infty} = 0$ și deci $L = Z$.

[1]) Valoarea adevărată X nu poate fi stabilită decît prin convenție, fiind inaccesibilă experienței (ex. de valori stabilite prin convenție: metrul și kilogramul prototipuri internaționale, suma unghiurilor într-un cerc sau triunghi etc.).

[2]) $\lambda = \dfrac{\sum_{i=1}^{n} \delta_i}{n} = \dfrac{\delta_1 + \delta_2 + \ldots + \delta_n}{n}$.

Teoreme :

a) Într-un şir de determinări făcute asupra aceleiaşi mărimi, în aceleaşi condiţii, suma erorilor aparente faţă de valoarea medie [1]) a şirului este egală cu zero [2]), adică $\sum_{i=1}^{n} v_i = 0$;

---

[1]) Valoarea medie a şirului se poate stabili şi cu ajutorul unei valori arbitrar alese, L'. În acest caz, notînd cu v' erorile aparente faţă de L', avem

$$l_1 - L' = v_1'$$
$$l_2 - L' = v_2'$$
$$ln - L' = v_n'$$

Însumînd şi făcînd media obţinem:

$$\frac{\sum_{i=1}^{n} l_i}{n} - L' = \frac{\sum_{i=1}^{n} v_i'}{n},$$

adică

$$L - L' = \frac{\sum_{i=1}^{n} v_i'}{n},$$

de unde

$$L = L' + \frac{\sum_{i=1}^{n} v_i'}{n},$$

care se enunţă astfel: într-un şir de determinări făcute asupra aceleiaşi mărimi în aceleaşi condiţii, valoarea medie a şirului este egală cu o valoare arbitrară plus media aritmetică a erorilor făcute faţă de valoarea arbitrară. Serveşte şi ca relaţie de control.

[2]) Demonstraţie: Fie $l_1, l_2 \ldots l_n$ valorile individuale ale şirului şi L media lor aritmetică adică $L = \frac{\sum_{i=1}^{n} l_i}{n}$, din care scoatem $L \cdot n \sum_{i=1}^{n} l_i$.

Putem deci scrie:

$$l_1 - L = v_1$$
$$l_2 - L = v_2$$
$$l_n - L = v_n$$

însumăm

$$\sum_{i=1}^{n} l_i - nL = \sum_{i=1}^{n} v_i.$$

Înlocuind pe $\sum_{i=1}^{n} l_i$ cu nL obţinem $nL - nL = 0$ şi deci $\sum_{i=1}^{n} v_i = 0$.

Scanned with OKEN Scanner

b) într-un şir de determinări făcute asupra aceleiaşi mărimi, în aceleaşi condiţii, fiecare eroare aparentă este egală cu eroarea faţă de o valoare arbitrar aleasă, minus media erorilor faţă de această valoare [1]),

adică $v_i = v'_i - \frac{\sum_{i=1}^{n} v'_i}{n}$; serveşte şi ca relaţie de control;

c) într-un şir de determinări făcute asupra aceleiaşi mărimi în aceleaşi condiţii, suma pătratelor erorilor aparente este egală cu suma produselor dintre erorile aparente şi erorile faţă de o valoare arbitrar aleasă [2]), adică $\sum_{i=1}^{n} v_i = \sum_{i=1}^{n} v_i\, v'_i$. Serveşte şi ca relaţie de control;

In tabela 3 se indică un exemplu de calcul, în care s-a luat ca valoare arbitrară $L' = 20{,}00$;

— **eroare medie pătratică a valorii individuale** (simbol σ): eroare medie pătratică a valorii individuale într-un şir de măsurări efectuate asupra aceleiaşi mărimi, în aceleaşi condiţii, adică:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} \delta^2_i}{n}}.$$

---

[1]) **Demonstraţie:** $l_i - L = v_i$ (în care $L = L' + \frac{\sum_{i=1}^{n} v'}{n}$ şi $l_i = L' = v'_i$. Înlocuind în prima relaţie pe L cu valoarea sa în funcţie de L', obţinem: $l_i - L' - \frac{\sum_{i=1}^{n} v'}{n} = v_i$. Dar $l_i - L'$ este v'_i şi deci $v_i = v'_i - \frac{\sum_{i=1}^{n} v'_i}{n}$.

[2]) Demonstraţie: înmulţind relaţia lui v_i de mai sus cu v_i şi însumînd, se obţine $\sum_{i=1}^{n} v_i^2 = \sum_{i=1}^{n} v_i\, v' - \frac{\sum_{i=1}^{n} v'_i}{n} \sum_{i=1}^{n} v_i$. Dar, conform teoremei a), $v_i = 0$ şi deci rezultă $\sum_{i=1}^{n} v_i^2 = \sum_{i=1}^{n} v_i v'_i$.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 3

Exemplu de calcul

l_i	v_i'	v_i	v_i^2	$v_i \cdot v_i'$	$v_i'^2$
20,45	0,45	—0,03	0,0009	—0,0135	0,2025
20,52	0,52	+0,04	0,0016	0,0208	0,2704
20,43	0,43	—0,05	0,0025	—0,0215	0,1849
20,49	0,49	+0,01	0,0001	0,0049	0,2401
20,48	0,48	0,00	0,0000	0,0000	0,2304
20,50	0,50	+0,02	0,0004	0,0100	0,2500
20,46	0,46	—0,02	0,0004	—0,0092	0,2116
20,51	0,51	+0,03	0,0009	0,0153	0,2601
20,47	0,47	—0,01	0,0001	—0,0047	0,2209
20,49	0,49	+0,01	0,0001	0,0049	0,2401
$L = 20{,}48$	$\Sigma v_i' = 4{,}80$	$\Sigma v_i = 0$	$0{,}0070 =$	$0{,}070 =$	2,3110
$L = L' + \sum_{i=1}^{10} v_i'/n$	$\frac{\sum_{i=1}^{n} v_i'}{10} = 0{,}48$		$= \Sigma v_i^2$	$= \Sigma v_i v_i$	
$L = 20 + 0{,}48$					

Deoarece erorile adevărate δ_i nu sînt accesibile experienţei, se folosesc erorile aparente v_i, iar relaţia devine [1]):

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} v_i^2}{n-1}}.$$

[1]) Demonstraţie. $\delta_i = l_i - X$ şi $v_i = l_i - L$. Scădem relaţia doua din prima şi obţinem $\delta_i - v_i = L - X$. Dar $L - X = \lambda = \frac{\sum_{i=1}^{n} \delta_i}{n}$ şi deci $\delta_i - v_i = \lambda$ sau $\delta_i = v_i + \lambda$. Ridicînd la patrat, obţinem: $\delta_i^2 = v_i^2 + \lambda^2 + 2 v_i \lambda$. Trecînd la însumare avem:

$$\sum_{i=1}^{n} \delta_i^2 = \sum_{i=1}^{n} v_i^2 + n\lambda^2 + \sum_{i=1}^{n} 2 v_i \lambda.$$

Termenul $\Sigma 2 v_i \lambda = 0$, deoarece $\Sigma v_i = 0$. Rămîne deci expresia $\sum_{i=1}^{n} \delta_i^2 = \sum_{i=1}^{n} v_i^2 + n\lambda^2$. Cum $\lambda^2 = \left(\frac{\delta_1 + \delta_2 + \ldots + \delta_n}{n^2}\right)^2$ putem scrie

Scanned with OKEN Scanner

Această relație nu este însă riguros exactă, dar eroarea ce se comite prin folosirea ei este de ordin neglijabil;

— eroare medie a valorii individuale (simbol θ): eroarea medie a unei valori individuale dintr-un șir de măsurări efectuate asupra aceleiași mărimi, în aceleași condiții, este dată de relația;

$$\theta = \frac{\sum_{i=1}^{n}(l_i - L)}{\sqrt{n(n-1)}} = \frac{\sum_{i=1}^{n} v_i}{\sqrt{n(n-1)}};$$

— eroare probabilă a valorii individuale (simbol ρ): eroarea probabilă a unei valori individuale dintr-un șir de

---

$\lambda^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}\delta_i^2}{n^2}$ deoarece termenii de forma $\delta_1\,\delta_2$ etc. sînt pe de o parte produse de valori mici și deci mult mai mici decît δ_1 sau δ_2 etc. iar pe de altă parte, valorile lor fiind sau cu + sau cu — (deoarece sînt erori întîmplătoare) suma acestora tinde să se anuleze. În consecință, putem scrie:

$$\sum_{i=1}^{n}\delta_i^2 = \sum_{i=1}^{n} v_i^2 + n\frac{\sum_{i=1}^{n}\delta_i^2}{n^2}$$

și simplificînd în ultimul termen cu n obținem

$$\sum_{i=1}^{n}\delta_i^2 = \sum_{i=1}^{n} v_i^2 + \frac{\sum_{i=1}^{n}\delta_i^2}{n}$$

și înmulțind ambii membrii ai expresiei cu n rezultă:

$$n\sum_{i=1}^{n}\delta_i^2 = n\sum_{i=1}^{n} v_i^2 + \sum_{i=1}^{n}\delta_i^2.$$

Trecînd termenii de același fel în același membru și dîndu-i factor comun, obținem: $(n-1)\sum_{i=1}^{n}\delta_i^2 = n\sum_{i=1}^{n} v_i^2$, care se mai poate scrie:

$$\frac{\sum_{i=1}^{n}\delta_i^2}{n} = \frac{\sum_{i=1}^{n} v_i^2}{n-1}.$$

Scanned with OKEN Scanner

măsurări efectuate asupra aceleiaşi mărimi, în aceleaşi condiţii; este eroarea care are posibilităţi egale de a fi sau de a nu fi depăşită de către valorile absolute ale erorilor aparente şi este dată de relaţia:

$$\rho = 0{,}6745 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} v_i^2}{n-1}};$$

— eroare medie pătratică a valorii medii (simbol S): eroarea medie pătratică a valorii medii a unui şir de măsurări efectuate asupra aceleiaşi mărimi, în aceleaşi condiţii; este dată de raportul dintre eroarea medie pătratică a valorilor individuale şi rădăcina pătrată a numărului valorilor individuale din şirul considerat, adică:

$$S = \frac{\sigma}{\sqrt{n}};$$

— eroare medie a valorii medii (simbol T): este raportul dintre eroarea medie a valorii individuale 0 şi rădăcina pătrată a numărului valorilor individuale din şirul considerat, $\sqrt{n}$, adică [1]:

$$T = \frac{\sum_{i=1}^{n} v_i}{n\sqrt{n-1}};$$

— eroare probabilă a valorii medii (simbol K): este raportul dintre eroarea probabilă a valorii individuale ρ şi rădăcina pătrată a numărului valorilor individuale din şirul considerat, $\sqrt{n}$, adică [2]

$$K = 0{,}6745 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} v_i^2}{\sqrt{n(n-1)}}};$$

---

[1] $T = \frac{\theta}{\sqrt{n}} = \frac{\frac{\sum_{i=1}^{n} v_i}{\sqrt{n(n-1)}}}{\sqrt{n}} = \frac{\sum_{i=1}^{n} v_i}{n\sqrt{(n-1)}}$.

[2] $K = \frac{\rho}{\sqrt{n}} = \frac{0{,}6745\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} v_i^2}{n-1}}}{\sqrt{n}} = 0{,}6745\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} v_i^2}{n(n-1)}}$.

Scanned with OKEN Scanner

— eroare limită a valorii individuale (simbol δ_{lim}): eroarea limită a unei valori individuale dintr-un şir de măsurări efectuate asupra aceleiaşi mărimi, în aceleaşi condiţii; este eroarea care are o probabilitate practic nulă de a fi depăşită de erorile aparente ale valorilor individuale distribuindu-se normal (distribuţia lui Gauss [1]) în urma eliminării erorilor sistematice; se alege de obicei valoarea limită ca fiind egală cu 3σ, ceea ce corespunde la o probabilitate de depăşire de numai 0,0027, adică 0,27%, (vezi Distribuţia erorilor întîmplătoare);

— interval de încredere: un interval limitat de valorile t_1 şi t_2; este un interval de încredere pentru un parametru x al colectivităţii, dacă pentru o valoare fixată a probabilităţii $1 - \alpha$

$$P\{t_1 \leqslant x \leqslant t_2\} = 1 - \alpha.$$

Limitele, superioară t_1 şi inferioară t_2, ale intervalului de încredere se numesc *limite de încredere*. Valoarea probabilităţii $1 - \alpha$ asociată unui interval de încredere şi care exprimă probabilitatea justeţei afirmaţiei că intervalul de încredere va include valoarea parametrului, se numeşte *nivel de încredere* (simbol η).

Exemplu. În cazul erorii limită a valorii individuale δ_{lim} arătat mai sus, limitele intervalului de încredere vor fi:

$$t_1 = L - 3\sigma \quad \text{şi} \quad t_2 = L + 3\sigma$$

iar nivelul de încredere va fi

$$\eta = 1 - \alpha = 1 - 0{,}0027 = 0{,}9973 \text{ adică } 99{,}73\%,$$

iar relaţia intervalului de încredere va fi:

$$P\{(L - 3\sigma) \leqslant l_i \leqslant (L + 3\sigma)\} = 99{,}73\%;$$

---

[1]) Teoria erorilor întîmplătoare se bazează pe două legi stabilite experimental şi care se iau drept axiome:

— la un număr foarte mare de măsurări, erorile întîmplătoare, egale în valoare absolută, însă de semne contrare, se întîlnesc la fel de des (adică: numărul erorilor pozitive este egal cu cel al erorilor negative);

— cu cît erorile sînt mai mari, cu atît posibilitatea apariţiei lor este mai mică; erorile mici se întîlnesc mai des decît cele mari; erori foarte mari nu se întîlnesc de obicei.

Distribuţia lui Gauss este o distribuţie normală şi ea ilustrează aceste axiome (vezi „Distribuţia erorilor întîmplătoare") şi poate fi scrisă sub forma

$$y = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\delta^2}{2\sigma^2}} \quad \text{sau} \quad y = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma \cdot e^{\frac{\delta^2}{2\sigma^2}}}.$$

— *eroare grosolană sau greşeală:* eroare care poate fi oricînd evitată şi care provine dintr-o manipulare greşită, din alegerea nepotrivită a metodei de măsurare, din întrebuinţarea unei metode de calcul inexacte etc. Tot în aceiaşi categorie intră şi necorelarea rezultatelor de erorile sistematice stăpînite, această corecţie fiind egală şi de semn contrar cu eroarea sistematică, adică $C = -\Delta_s$.

B. *DISTRIBUŢIA ERORILOR ÎNTIMPLĂTOARE. TEORIE ŞI EXEMPLE*

Considerăm eroarea întîmplătoare adevărată a valorii medii a şirului, λ, care reprezintă media aritmetică a erorilor întîmplătoare δ_i faţă de valoarea adevărată X, adică:

$$\lambda = \frac{\delta_1 + \delta_2 + \ldots + \delta_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \delta_i}{n} = L - X. \qquad (1)$$

Pentru un număr foarte mare de determinări $\lambda \to 0$ cînd $n \to \infty$ în care caz $L = X$ şi $\delta_i = v_i$, adică $\delta_1 = v_1$, $\delta_2 = v_2$ etc. În acest mod considerentele asupra erorilor întîmplătoare sînt valabile şi pentru erorile aparente.

Fie două axe de coordonate (fig. 1). Pe axa absciselor, de ambele părţi ale originii se iau segmentele δ, 2δ, 3δ, 4δ... şi respectiv $-\delta$, -2δ, -3δ, -4δ. Pe fiecare interval de lungime se construieşte cîte un dreptunghi cu înălţimea y_1, y_2..., astfel încît înălţimea y_i şi respectiv suprafaţa $y_i\delta_i$ a fiecărui dreptunghi să fie proporţională cu numărul erorilor a căror valoare este cuprinsă între $(i-1)\,\delta$ şi $i\delta$. Obţinem o *histogramă*, în care suprafeţele dreptunghiurilor sînt proporţionale cu frecvenţele relative ale erorilor, adică:

$$\delta y_1 = C\,\frac{m_1}{n},$$

$$\delta y_2 = C\,\frac{m_2}{n}, \qquad (2)$$

$$\delta y_k = C\,\frac{m_k}{n},$$

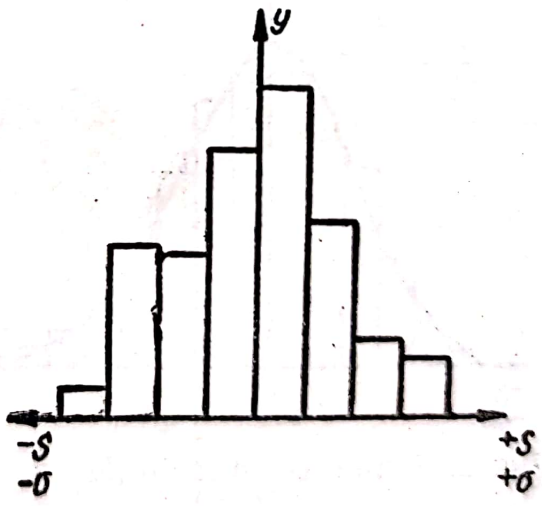


Fig. 1. Histogramă.

unde m_i reprezintă frecvenţa erorilor (numărul erorilor identice);

n — numărul total al măsurărilor;

$\frac{m_i}{n}$ — frecvenţa relativă a erorilor;

C — coeficientul de proporţionalitate.

Adunînd termenii din relaţiile (2) obţinem:

$$n\delta \sum_1^k y_i = \frac{n\,C}{n} \sum_1^k m_i \text{ respectiv } \delta \sum_1^k y_i = \frac{C}{n} \sum_1^k m_i. \qquad (3)$$

$$\text{Dar } \sum_1^k m_i = n \quad (4) \quad \text{şi deci } \delta \sum_1^k y_i = \frac{C}{n} \cdot n = C. \qquad (5)$$

Membrul întîi al relaţiei (5) reprezintă suprafaţa histogramei cuprinsă între axa absciselor şi linia care limitează partea superioară a dreptunghiurilor. În concluzie, C reprezintă această suprafaţă evaluată în unităţile de măsură alese, care se aleg astfel încît C să fie egal cu 1. În acest caz, valoarea frecvenţei y_i scoasă din relaţia (1) se poate scrie:

$$y_i = \frac{m_i}{n} \cdot \frac{1}{\delta} \qquad (6)$$

adică ordonata y_i reprezintă frecvenţa relativă $\frac{m_i}{n}$ a erorilor, exprimată în unităţile de lungime în care s-a trasat intervalul δ. Pe măsura reducerii valorii intervalului elementar δ al erorilor şi a creşterii numărului de erori, linia frîntă care limitează partea superioară a histogramei tinde să se transforme într-o *curbă continuă denumită curba de distribuţie normală* sau *curba în clopot a lui Gauss* (fig. 2).

O caracteristică importantă a distribuţiei o constituie eroarea medie pătratică, σ, care prin definiţie este:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\delta_1^2 + \delta_2^2 + \ldots + \delta_n^2}{n}}. \qquad (7)$$

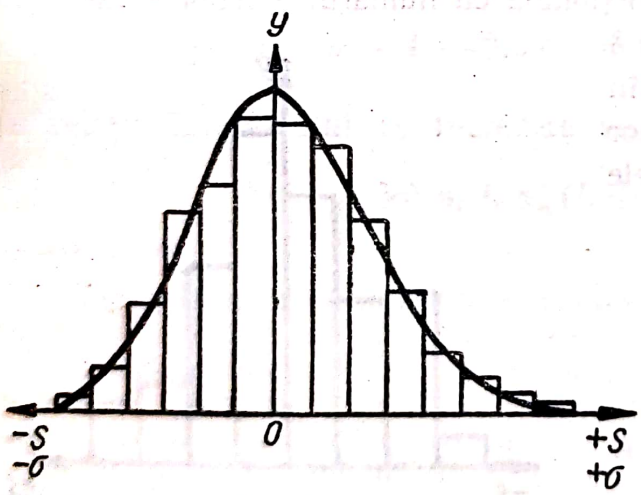


Fig. 2. Curbă de distribuţie normală (Gauss)

Împărţind ambii termeni ai relaţiei (7) prin σ, se obţine:

$$1 = \sqrt{\frac{\frac{\delta_1^2}{\sigma^2} + \frac{\delta_2}{\sigma^2} + \ldots + \frac{\delta_n^2}{\sigma^2}}{n}},$$

în care notînd $\frac{\delta}{\sigma}$ cu Z obţinem:

$$1 = \sqrt{\frac{Z_1^2 + Z_2^2 + \ldots + Z_n^2}{n}}. \qquad (8)$$

Frecvenţa de apariţie y, adică densitatea de probabilitate a erorilor relative Z, este dată de curba de distribuţie normală a erorilor şi este exprimată prin relaţia:

$$y = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}\, e^{-\frac{Z^2}{2}}. \qquad (9)$$

Scanned with OKEN Scanner

Pentru un interval mic Δ_z, probabilitatea erorii este:

$$y\Delta_z = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{Z^2}{2}} \Delta_z. \qquad (10)$$

Într-un interval anumit de erori de la δ_i la δ_l, respectiv de la Z_i la Z_l, probabilitatea erorii este:

$$\Phi(Z) = \int_{Z_i}^{Z_l} y dZ = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{Z_i}^{Z_l} e^{-\frac{Z^2}{2}} \cdot dZ. \qquad (11)$$

Pentru un întreg ansamblu de măsurări cu limitele $\pm \infty$, $C = 1$ şi deci:

$$\Phi(Z) = \int_{-\infty}^{+\infty} y dZ = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\frac{Z^2}{2}} dZ = C = 1 \qquad (12)$$

Dacă erorile relative sînt luate între zero şi Z, probabilitatea erorii va fi:

$$\left[\Phi(Z)\right]_0^Z = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^Z e^{-\frac{Z^2}{2}} dZ. \qquad (13)$$

Curba de distribuţie normală a erorilor fiind simetrică faţă de axa ordonatelor, probabilitatea în intervalul de la $-Z$ la $+Z$ va fi de două ori mai mare decît în intervalul de la 0 la Z. În acest caz vom avea:

$$\left[\Phi(Z)\right]_{-Z}^{+Z} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{Z^2}{2}} dZ = 2\left[(\Phi Z)\right]_0^Z. \qquad (14)$$

În tabela 4 sînt indicate valorile pentru diferite intervale ale curbei de distribuţie normală, de la $Z = 0$ pînă la $Z = 5$.

Din examinarea acestei tabele se observă că numărul măsurărilor care cuprind erori relative cu valori între 0 şi 1, adică între 0 şi σ (conform relaţiei (8) $\sigma = 1$), reprezintă 0,3413 din numărul total de măsurări, adică numărul de măsurări cu erori cuprinse între $-\sigma$ şi $+\sigma$ este: $2 \cdot 0{,}3413 = 0{,}6826$ sau 68,26%.

În felul acesta, probabilitatea de a obţine rezultate ale căror erori să depăşească $\pm\sigma$ este de 100—68,26 = 31,74%.

În acelaşi mod se găseşte că pentru intervalul de erori $\pm 3\sigma$ frecvenţa erorilor este $2 \cdot 0{,}49865 = 0{,}9973$ adică 99,73% şi deci probabilitatea de a obţine valori ale căror erori să depăşească $\pm 3\sigma$ este foarte mică, fiind numai de 100,00—99,73 = 0,27% (vezi la „nivel de încredere").

În practică, măsurările nu depăşesc ca număr cîteva zeci, astfel încît curbele construite pe baza datelor obţinute se vor deosebi de curba normală de distribuţie a erorilor întîmplătoare.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 4

Valori pentru diferite intervale ale curbei de distribuție normală

z	$\Phi(z)$	z	$\Phi(z)$
0,00	0,000 0		
0,02	0,008 0	0,82	0,293 9
0,04	0,016 0	0,84	0,299 5
0,06	0,023 9	0,86	0,305 1
0,08	0,031 9	0,88	0,310 6
0,10	0,039 8	0,90	0,315 9
0,12	0,047 8	0,92	0,321 2
0,14	0,055 7	0,94	0,326 4
0,16	0,063 6	0,96	0,331 5
0,20	0,079 3	0,98	0,336 5
0,22	0,087 1	1,00	0,341 3
0,24	0,094 8	1,02	0,346 1
0,26	0,102 6	1,04	0,350 8
0,28	0,110 3	1,06	0,355 4
0,30	0,117 9	1,08	0,359 9
0,32	0,125 5	1,10	0,364 3
0,34	0,133 1	1,12	0,368,6
0,36	0,140 6	1,14	0,372 9
0,38	0,148 0	1,16	0,377 0
0,40	0,155 4	1,18	0,381 0
0,42	0,162 8	1,20	0,384 9
0,44	0,170 0	1,22	0,388 8
0,46	0,177 2	1,24	0,392 5
0,48	0,184 4	1,26	0,396 2
0,50	0,195 5	1,28	0,399 7
0,52	0,198 5	1,30	0,403 2
0,54	0,205 4	1,32	0,406 6
0,56	0,212 3	1,34	0,409 9
0,58	0,219 0	1,36	0,413 1
0,60	0,225 7	1,40	0,419 2
0,62	0,232 4	1,42	0,422 2
0,64	0,238 9	1,44	0,425 1
0,66	0,245 4	1,46	0,427 9
0,68	0,251 7	1,48	0,430 6
0,70	0,258 0	1,50	0,433 2
0,72	0,264 2	1,52	0,435 7
0,74	0,270 4	1,54	0,438 2
0,76	0,276 4	1,56	0,440 6
0,80	0,288 1	1,58	0,442 9

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 4 (continuare)

z	$\Phi(z)$	z	$\Phi(z)$
1,60	0,445 2	2,04	0,479 3
1,62	0,447 4	2,08	0,481 2
1,64	0,449 5	2,12	0,483 0
1,66	0,451 5	2,16	0,484 6
1,68	0,453 5	2,20	0,486 1
1,70	0,455 4	2,30	0,489 3
1,72	0,457 3	2,40	0,491 8
1,74	0,459 1	2,50	0,493 8
1,76	0,460 8	2,60	0,495 3
1,78	0,462 5	2,70	0,496 5
1,80	0,464 1	2,80	0,497 4
1,82	0,465 6	2,90	0,498 1
1,84	0,467 1	3,00	0,498 65
1,86	0,468 6	3,20	0,499 31
1,88	0,469 9	3,41	0,499 66
1,90	0,471 3	3,60	0,499 841
1,92	0,472 6	3,80	0,499 928
1,94	0,473 8	4,00	0,499 968
1,96	0,476 1	4,50	0,499 997
2,00	0,477 2	5,00	0,499 999

Pentru trasarea acestor curbe, este necesar ca erorile să fie repartizate pe grupe de valori. Valoarea erorilor fiecărei grupe se trece pe axa absciselor, de o parte și de alta a lui zero din sistemul de coordonate, iar pe axa ordonatelor se trece numărul erorilor fiecărei grupe. Dacă această curbă obținută se abate mult de la forma curbei de distribuție normală, se consideră că seria de măsurări conține, în afară de erori întîmplătoare, erori sistematice sau chiar greșeli care vor trebui eliminate (vezi depistarea acestora la „corecții"). După scoaterea acestora, se constată că aspectul curbei depinde de valoarea erorii medii patratice σ, care, cu cît are valoare mai mică, cu atît exponentul lui e din ecuația frecvenței distribuției normale este mai mare și deci y se micșorează mai repede și în consecință curba scade mai brusc. Dacă δ devine egal cu zero, valoarea lui y devine mai mare și invers. În fig. 3 sînt reprezentate curbele de distribuție normală a erorilor întîmplătoare pentru trei valori diferite ale lui σ și anume $\sigma = 0{,}5a$, $\sigma = a$ și $\sigma = 2a$.

Se constată de pe curbă că cu cît valoarea lui σ este mai mică, cu atît frecvența erorilor este mai mare. Cum erorile mici sînt mai multe, precizia măsurărilor este mai mare. Inflexiunea curbei se produce în

Scanned with OKEN Scanner

două puncte aşezate simetric faţă de axa coordonatelor şi anume pentru valorile $\pm\delta$ egale numeric cu σ. În concluzie, eroarea medie patratică a valorilor măsurate (individuale) caracterizează în întregime precizia fiecăreia din măsurările şirului de măsurări, adică corectitudinea valorilor numerice obţinute pentru mărimea măsurată prin măsurări repetate.

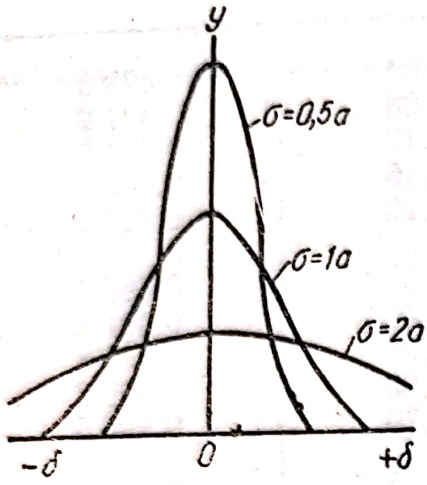


Fig. 3. Curbele de distribuţie normală a erorilor întîmplătoare pentru trei valori diferite ale lui. σ

E x e m p l u: Se fac o sută de măsurări ale unei lungimi, stabilindu-se prin calcul că eroarea medie pătratică este de $\pm$ 4 μm (vezi modul de calculare la „eroarea medie patratică"). Eroarea maximă $\pm\,\delta_{lim}$ admisă la această măsurare este de $\pm$10 μm şi se cere a se stabili cîte măsurări din numărul total satisfac această condiţie, presupunînd că din măsurări au fost scoase erorile sistematice şi eventualele greşeli şi că măsurările făcute respectă legea de distribuţie normală a erorilor.

Rezolvare: Limitele erorii relative sînt

$$Z = \frac{\pm\delta_{lim}}{\sigma} = \frac{\pm 10}{4} = \pm 2{,}5.$$

După datele din tabela 4, se găseşte că pentru $Z = 2{,}5$, funcţia $\Phi(Z) = 0{,}4938$ şi deci frecvenţa relativă a erorii întîmplătoare $\frac{m}{n} = 2\Phi(Z) = 0{,}9876$ şi în final $m = n \cdot 2\Phi(Z) = 100 \cdot 0{,}9876 \approx 99\%$. Aşa dar 99 din cele 100 de măsurări vor avea erori de măsurare care nu depăşesc limitele admise. Deoarece curba erorilor întîmplătoare are punctele de inflexiune în coordonatele $\pm\sigma = \delta$, ecuaţia frecvenţei va fi:

$$y = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}\cdot e^{\frac{\delta^2}{2\sigma^2}}} = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}\cdot e^{\frac{\delta^2}{2\delta^2}}} = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi\cdot e}} = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi e}},$$

şi conform tabelei 4 între punctele de inflexiune vor fi cuprinse din numărul total de măsurări, un număr de $2 \cdot 0{,}3413 = 0{,}6826 = 68{,}26\%$, adică peste 2/3 din măsurări au erori care nu depăşesc $\pm\sigma$.

* * *

În cazul cînd şirul de valori pe baza cărora se calculează o valoare medie L este mic şi, deasemenea, valoarea erorii medii pătratice calculată este mică, erorile aparente nu se mai pot considera că se distribuie

Scanned with OKEN Scanner

după legea de distribuţie a lui Gauss, ci după legea de distribuţie a lui Student, în care eroarea limită se exprimă sub forma:

$$\lambda_{lim} = t\frac{\sigma}{\sqrt{n}} = t \cdot S.$$

Valoarea lui t pentru acelaşi grad de încredere se găseşte din tabela 5, unde este dependent de numărul valorilor individuale din şirul respectiv.

Din tabela 5 se vede că pentru nivelul de încredere 0,003, adică 0,3% şi pentru un şir de $n = 6$ valori individuale $t = 5{,}38$, numărul de grade de libertate [1]) fiind egal cu $6 - 1 = 5$, deoarece un grad de libertate s-a pierdut prin calcularea lui σ.

$$\lambda_{lim} = 5{,}38 \quad S = 5{,}38\frac{\sigma}{\sqrt{6}}$$

în care S este calculat pe baza erorii medii patratice a acestui şir de 6 valori.

Tabela 5

Valori pentru aplicarea criteriului Student

Numărul gradelor de libertate K	Nivel de încredere			
	0,10	0,05	0,01	0.003
1	6,31	12,71	63,66	212,20
2	2,92	4,30	9,93	18,22
3	2,35	3,18	5,84	8,89
4	2,13	2,78	4,60	6,44
5	2,02	2,57	4,03	5,38
6	1,94	2,45	3,71	4,80
7	1,90	2,36	3,50	4,44
8	1,86	2,31	3,35	4,20
9	1,83	2,26	3,25	4,02
10	1,81	2,23	3,17	3,89
12	1,78	2,18	3,06	3,71
14	1,76	2,14	2,98	3,58
16	1,75	2,12	2,92	3,49
18	1,73	2,10	2,88	3,43
20	1,72	2,09	2,85	3,38
22	1,72	2,07	2,82	3,34
24	1,71	2,06	2,80	3,30
26	1,71	2,06	2,78	3,27
28	1,70	2,05	2,76	3,25
30	1,70	2,04	2,75	3,23

[1]) Numărul de grade de libertate: numărul de elemente de care se dispune pentru a evalua dispersia unui ansamblu de obiecte. Astfel, în cazul a n măsurări, una din măsurări este necesară pentru a ne da seama despre valoarea mărimii măsurate (respectiv pentru calcularea lui σ), rămînînd deci numai n—1 măsurări care pot servi la evaluarea dispersiei, adică $n - 1$ grade de libertate.

Scanned with OKEN Scanner

Observaţii:

— este imposibil să se elimine cu desăvîrşire erorile sistematice, deoarece există totdeauna şi erori sistematice nestăpînite care au caracterul erorilor întîmplătoare, ele rămînînd şi după introducerea corecţiilor, deoarece însăşi corecţiile au o eroare, neputînd să fie riguros exacte;

— oricît s-ar mări numărul de măsurări, erorile sistematice remanente nu se pot micşora;

— cu cît numărul de măsurări este mai mare, cu atît este mai greu să se asigure riguros aceleaşi condiţii de măsurare, iar dacă nu s-a ţinut seama de aceste condiţii, rezultatul obţinut este mai puţin cert decît dacă s-ar fi făcut citiri mai puţine, dar foarte atente;

— pentru a se putea aplica relaţiile din teoria erorilor, se fac cel puţin zece măsurări;

— în cazurile cînd numărul măsurărilor este mai mic de zece, erorile mijlocii au o valoare destul de aproximativă şi nu pot servi drept caracteristici sigure ale procesului de măsurare, fapt pentru care este necesar să se aplice în acele cazuri distribuţia Student.

C. *CORECŢII*

Corecţia inscripţiei C_i a unei măsuri sau a diviziunii unei scări gradate: diferenţa dintre valorile efective şi valorile nominale corespunzătoare. Este egală şi de acelaşi semn— cu abaterile [1]) respective şi egală şi de semn contrar cu eroarea inscripţiei [2]):

$$C_i = L_e - L_0 = \Delta_a = -\Delta_i.$$

Exemplu. Fie o cală plan-paralelă cu dimensiunea nominală $L_0 = 30$ mm. Lungimea mediană efectivă a acestei cale este $L_e = 29{,}9994$ mm, stabilită prin mijloace etalon (cală de ordin superior şi ultraoptimetru).

Abaterea Δ_a (eroarea materială) a acestei cale se referă la valoarea efectivă a ei şi este egală cu diferenţa dintre lungimea efectivă şi lungimea nominală, adică:

$$\Delta_a = L_e - L_0 = 29{,}9994 - 30{,}0000 = -0{,}0006 \text{ mm}.$$

---

[1]) *Abaterea* Δ_a este „eroare materială" şi se defineşte ca fiind diferenţa dintre valoarea efectivă a unei măsuri (sau a valorii unei diviziuni) şi valoarea nominală respectivă. Definiţia este identică cu a corecţiei inscripţiei, din care cauză sînt dese confuziile.

[2]) *Eroarea inscripţiei* Δ_i a unei măsuri (sau a unei diviziuni) este diferenţa dintre valoarea nominală (valoarea inscripţiei) şi valoarea efectivă.

Scanned with OKEN Scanner

Eroarea de inscripţie Δ_i a acestei cale se referă la inscripţie, adică la valoarea nominală a ei şi este egală cu diferenţa dintre lungimea nominală şi lungimea efectivă, adică:

$$\Delta_i = L_0 - L_e = 30{,}0000 - 29{,}9994 = +0{,}0006 \text{ mm.}$$

Pentru corectare, se ia eroarea cu semn schimbat, în consecinţă —0,0006 mm, care este însăşi abaterea [1]), valoarea corectată a inscripţiei măsurii (L_c) fiind

$$L_c = L_0 - \Delta_i = 30{,}0000 + (-0{,}000\,6) = 29{,}999\,4 \text{ mm } [2])$$

Fie o rezistenţă-etalon, avînd valoarea nominală $R_0 = 1\ \Omega$. Pe baza comparării acesteia cu o rezistenţă-etalon de ordin superior, se stabileşte că rezistenţa efectivă a acestei bobine este de 1,000 37 Ω.

Eroarea de inscripţie a acestei rezistenţe este:

$$\Delta_i = R_0 - R_e = 1{,}000\,00 - 1{,}000\,37 = -0{,}000\,37\ \Omega.$$

Inscripţia corectată R va fi:

$$R_c = R_0 + (-\Delta_i) = 1{,}000\,00 - (-0{,}000\,37) = 1{,}000\,37\ \Omega$$

deoarece la valoarea nominală trebuie adăugată corecţia inscripţiei C_i, care este egală şi de semn contrar cu eroarea de inscripţie.

La comparările făcute cu această rezistenţă etalon trebuie să se ţină seama de valoarea efectivă corectată a acesteia. Fie de exemplu, valoarea R' a unei rezistenţe stabilită cu rezistenţa etalon. Valoarea efectivă corectată a rezistenţei comparate R'_c va fi:

$$R'_c = R' + C_i = R' + 0{,}000\,37\ \Omega.$$

O b s e r v a ţ i e. Erorile sistematice stăpînite se pot corecta, respectiv se pot corecta rezultatele măsurărilor prin aplicarea corecţiilor. Erorile întîmplătoare nu se pot corecta. Ele servesc numai la stabilirea gradului de exactitate a rezultatelor măsurărilor. În practica măsurărilor sînt apreciate rezultatele obţinute cu precizie ridicată, care sînt în acelaşi timp şi juste, adică lipsite de erori sistematice.

---

[1]) Pentru corecţie sau se adună algebric abaterea la valoarea nominală, sau se ia eroarea de inscripţie cu semn schimbat şi se adună algebric. Observăm că nu poate fi vorba de o corecţie a abaterii, ci de o corecţie a erorii de inscripţie, deoarece corecţia este egală şi de semn contrar cu eroarea, pe cînd abaterea este egală şi de acelaşi semn cu corecţia de inscripţie.

[2]) În loc de $-\Delta_i$ s-ar fi putut lua C_i, întrucît sînt egale şi de semn contrar, sau deasemenea, Δ_a, care este egală şi de semn contrar cu Δ_i şi de acelaşi semn cu C_i.

Scanned with OKEN Scanner

Erorile sistematice constante, în marea majoritate a cazurilor, nu pot fi descoperite la prelucrarea matematică a rezultatelor. Prezența lor poate fi stabilită numai în următoarele cazuri:

— cînd eroarea constantă există numai într-o singură parte a șirului de măsurări, lipsind în cealaltă;

— cînd erorile aparente își păstrează semnul în anumite condiții (condițiile care dau naștere erorii sistematice) dar și-l schimbă cînd aceste condiții variază sau lipsesc (ex.: la înlocuirea unor mijloace de măsurare cu altele care nu au fost în prealabil verificate cu atenție);

— cînd există, în cazul unui șir de măsurări destul de mare, o abatere însemnată de la curba de repartizare normală.

Erorile sistematice sînt cu atît mai periculoase, cu cît nu se bănuiește existența lor. În această situație, este recomandabil să se măsoare aceeași mărime prin diferite metode și de către observatori diferiți și să se compare rezultatele obținute între ele. Diferențele mari între valorile medii ale șirurilor pot fi o dovadă că există erori sistematice.

D. *PROCEDEE DE PREVENIRE ȘI DE ELIMINARE A ERORILOR SISTEMATICE*

Înainte de a începe orice măsurare trebuie să se prevadă toate sursele posibile de erori sistematice și să se ia măsuri de înlăturare a lor. De exemplu:

— să se asigure poziția de funcționare corectă a aparatului (ex.: dacă trebuie să funcționeze în poziție perfect orizontală sau verticală);

— să se asigure îndepărtarea cauzelor exterioare care influențează rezultatele măsurărilor (exemplu temperatură mai mare decît cea prescrisă, curenți de aer, trepidații etc.);

— să se controleze starea de corectă funcționare a aparatelor de măsurat utilizate (verificare prealabilă, reglarea pozițiilor inițiale ale indicatoarelor, eventuale ridicări de curbe ale erorilor sau ale corecțiilor de care trebuie să se țină seama etc.);

— pentru determinările de precizie să se folosească după caz, metode care duc la eliminarea erorilor sistematice constante. Dintre aceste metode amintim:

Metoda substituției, care constă în înlocuirea mărimii măsurate cu o mărime cunoscută echivalentă ei (ex.: metoda Borda[1]), care are ca scop eliminarea erorii sistematice provenite din lipsa de egalitate riguroasă a lungimii brațelor unei balanțe cu brațe egale);

Metoda opoziției, care constă în aranjarea experienței astfel ca eroarea provocată de un factor să intre în rezultatele măsurării o dată cu semnul

---

[1]) Vezi la „Măsurarea maselor".

Scanned with OKEN Scanner

plus şi altă dată cu semnul minus, adică să exercite acţiuni contrare asupra rezultatelor (ex.: eliminarea erorii sistematice cauzate de „cursa moartă" a şuruburilor micrometrice utilizate la micrometrele-ocular de la aparatele de măsurat, prin repetări de citiri în direcţii opuse rotirii şurubului [1]);

Metoda observaţiilor simetrice, care constă în dispunerea măsurărilor în aşa fel încît mediile aritmetice ale observaţiilor dispuse sistematic să se egalizeze între ele, în care caz eroarea progresivă va fi eliminată (ex.: eliminarea modificării în timp a raportului lungimilor braţelor din cauza încălzirii neuniforme a braţelor [2]; eliminarea erorilor de excentricitate de la aparatele de măsurat unghiuri [3]) etc.

În afara acestor metode, la capitolele care tratează măsurarea mărimilor fizice, sînt descrise şi unele metode pentru stabilirea valorilor cu care influenţează condiţiile de mediu în care se fac determinările şi care odată cunoscute servesc la corectarea rezultatelor măsurărilor. Ca exemplu citǎm:

— corecţia de vid [4];

— corecţiile barometrice, de mercur normal, de temperatură şi de capilaritate [5];

— corecţiile de dilataţie liniară [6] sau cubică [7].

E. *DEPISTAREA ŞI ELIMINAREA GREŞELILOR (ERORILE GROSOLANE)*

Măsurările afectate de erori mari trebuie să fie excluse, pentru a se evita prezentarea unui rezultat final eronat. Întrucît ele sînt caracterizate printr-o probabilitate mică de apariţie, s-au stabilit următoarele criterii pentru depistarea lor:

Criteriul I: Dacă într-un şir de măsurări eroarea aparentă v_i a uneia dintre măsurări întrece valoarea 3σ (σ fiind eroarea medie patratică) dar este mai mică decît 4σ, adică

$$3\sigma < v_i < 4\sigma.$$

se consideră că este foarte probabil ca v_i să fie o eroare mare şi se poate exclude. (Eventual se pot reexamina condiţiile în care s-a făcut măsurarea şi se poate hotărî asupra excluderii sau admiterii).

---

[1]) Vezi la „Măsurarea lungimilor".
[2]) Vezi la „Măsurarea maselor".
[3]) Vezi la „Măsurarea unghiurilor".
[4]) Vezi la „Măsurarea maselor".
[5]) Vezi la „Măsurarea presiunii".
[6]) Vezi la „Măsurarea lungimilor".
[7]) Vezi la „Măsurarea volumului şi capacităţii".

Scanned with OKEN Scanner

Dacă $v_i > 4\sigma$ măsurarea conține fără îndoială o eroare mare și se exclude, probabilitatea de a avea o eroare aparentă mai mare decît 4σ fiind extrem de mică.

Acest criteriu prezintă dezavantajul că nu ține seama de numărul măsurărilor.

Criteriul II: dacă într-un șir de măsurări se găsește mai mult de o măsurare cu eroare aparentă $|v| > Z\sigma$ (în care Z este raportul dintre eroarea aparentă v și eroarea medie patratică σ) se consideră că aceste măsurări conțin erori mari și trebuie eliminate, cu excepția uneia singure, care are cea mai mare valoare.

Acest criteriu înlătură dezavantajul menționat la Criteriul I, fiindcă ține seama la aprecierea erorilor mari, de numărul măsurărilor, deoarece eroarea medie pătratică este multiplicată cu un coeficient a cărui valoare este funcție de numărul măsurărilor. Astfel:

Probabilitatea de a se obține erori mari este dată de relația [1])

$$\frac{m_i}{n} = 1 - 2\Phi(Z), \tag{1}$$

în care m_i este numărul măsurărilor pentru care eroarea aparentă în valoare absolută depășește Z (Z fiind raportul dintre eroarea aparentă v și eroarea medie patratică σ), n este numărul total al măsurărilor și $\Phi(Z)$ ecuația curbei normale de distribuție

$$\Phi(Z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^Z e^{-\frac{Z^2}{2}} dZ. \tag{2}$$

Considerînd că din numărul total de erori numai una singură depășește în valoare absolută pe $Z\sigma$, adică $m_i = 1$ (vezi la „erori întîmplătoare") relația (1) devine:

$$\frac{1}{n} = 1 - 2\Phi(Z) \tag{3}$$

sau

$$\Phi(Z) = \frac{n-1}{2n}. \tag{4}$$

Cu ajutorul acestei valori și folosind tabela 6 găsim valoarea lui Z și deci în final dacă valoarea erorii v este în valoare absolută mai mare decît $Z\sigma$, se elimină măsurarea respectivă. Același procedeu de analiză se aplică și celorlalte măsurări cu diferențe mari față de media L și în final se reține numai una dintre acestea și anume aceea cu valoarea lui v cea mai mică.

---

[1]) Vezi la „Erorile întîmplătoare" funcția $\Phi(Z)$.

Scanned with OKEN Scanner

Criteriul III, este similar criteriului II, de care se deosebește prin faptul că se consideră $m_i = 1/2$, în loc de $m_i = 1$, fiind deci mai sever.

Procedînd în mod analog ca la criteriul II se obține:

$$\frac{1}{2n} = 1 - 2\Phi(Z) \tag{5}$$

deci

$$\Phi(Z) = \frac{2n-1}{4n}. \tag{6}$$

După ce cu ajutorul tabelei 6 se găsește Z, se află eroarea $v = Z\sigma$, care corespunde cazului cînd există aceeași probabilitate ca v să fie considerată ca fiind sau eroare aparentă sau eroare mare. Oricare dintre erorile din șirul de măsurări care depășește pe v are o probabilitate mică să fie eroare aparentă și deci ca măsurarea respectivă să poată fi considerată că poate face parte din șirul normal al măsurărilor și în concluzie, orice măsurare care conține o eroare mai mare decît v poate fi exclusă.

Pentru aplicarea mai expeditivă a acestui criteriu, este dată tabela 6, în care pentru un n dat se află direct valoarea lui Z.

Tabela 6

Valoarea funcției Z pentru diferite valori ale numărului de determinări

n	Z	n	Z	n	Z
10	1,96	25	2,33	40	2,50
11	2,00	26	2,34	45	2,54
12	2,04	27	2,35		
13	2,07	28	2,37	50	2,58
14	2,10	29	2,38	55	2,61
15	2,13	30	2,39	60	2,64
16	2,16	31	2,40	65	2,66
17	2,18	32	2,42		
18	2,20	33	2,43	70	2,69
19	2,22	34	2,44	75	2,72
20	2,24	35	2,45	80	2,74
21	2,26	36	2,46	85	2,76
22	2,28	37	2,47		
23	2,30	38	2,48	90	2,78
24	2,32	39	2,49	95	2,80
				100	2,81
				150	2,93
				200	3,03
				250	3,11

Scanned with OKEN Scanner

Observaţie: Oricare dintre aceste criterii se aplică, este necesar ca după excluderea măsurărilor care conţin erori mari (greşeli) toate calculele să fie refăcute, ţinîndu-se seama de numărul de măsurări rămas.

F. *PONDERAREA REZULTATELOR MĂSURĂRILOR*

Pondere: număr care serveşte drept criteriu de încredere în rezultatul unei măsurări (sau al unui şir de măsurări) făcută cu un mijloc de măsurare în comparaţie cu rezultatele obţinute cu alte mijloace (sau cu rezultatele altor şiruri) măsurările fiind făcute asupra aceleiaşi mărimi. Este cu atît mai mare cu cît precizia mijloacelor de măsurare este mai ridicată, numărul determinărilor din şir mai mar eetc. Sau: număr (coeficient de importanţă) care serveşte drept criteriu de încredere în rezultatul unei măsurări faţă de rezultatul obţinut prin măsurarea aceleiaşi mărimi cu un alt mijloc, sau în alte condiţiuni, sau de către alt operator etc., idem în valoarea medie a unui şir de determinări faţă de valorile medii ale altor şiruri de măsurări care diferă de primul şir prin număr de determinări, sau prin una din erorile medii etc;

Medie ponderată: (L_p), cîtul dintre suma produselor mai multor valori (individuale sau medii aritmetice ale valorilor obţinute în fiecare şir) cu ponderile acordate fiecăreia şi suma ponderilor, adică

$$L_p = \frac{\Sigma m_i P_i}{\Sigma P_i}, \qquad (1)$$

unde m_i pot fi valori individuale (li) sau valori medii aritmetice ale şirurilor (L_i). Serveşte la stabilirea valorii celei mai probabile a rezultatului măsurării.

Exemple:

a) Ponderare în funcţie de clasa de precizie.

S-a măsurat o lungime cu trei mijloace diferite şi anume cu un micrometru, cu un şubler cu precizia de citire 1/50 şi cu un şubler cu precizia de citire 1/10 şi s-au găsit următoarele rezultate:

— cu micrometrul .....20,69 mm;
— cu şublerul 1/50 .....20,66 mm;
— cu şublerul 1/10 .....20,70 mm.

Rezultatului obţinut cu cel mai puţin precis mijloc de măsurare i se dă ponderea 1, ponderea celorlalte rezultînd din compararea preciziilor.

Astfel rezultatul obţinut cu şublerul cu precizia de citire 1/50 va avea ponderea 5 iar al micrometrului 10.

Aplicînd relaţia (1) obţinem

$$L_p = \frac{20{,}70 \cdot 1 + 26{,}66 \cdot 5 + 20{,}69 \cdot 10}{1 + 5 + 10} = 20{,}681 \text{ mm}.$$

Scanned with OKEN Scanner

b) Ponderare în funcţie de numărul de determinări.

S-au executat 3 şiruri de determinări ale unei rigle, valorile obţinute şi numărul determinărilor fiind:

$L_1 = 25{,}424$ mm, $n_1 = 10$ măsurări;
$L_2 = 25{,}430$ mm, $n_2 = 25$ măsurări;
$L_3 = 25{,}436$ mm, $n_3 = 40$ măsurări.

Se dă ca pondere 1 rezultatului obţinut din şirul cu cele mai puţine măsurări ($n_1 = 10$, $p_1 = 1$)

Rezultă pentru cel din şirul al doilea ponderea $P_2 = 2{,}5$ şi pentru cel de al treilea $P_3 = 4$. Media ponderată va fi:

$$L_p = \frac{25{,}424 \cdot 1 + 25{,}430 \times 2{,}5 + 25{,}436 \cdot 4}{1 + 2{,}5 + 4} = 25{,}4322 \text{ mm}$$

care se rotunjeşte la 25,432 (vezi „rotunjiri").

c) Ponderare în funcţie de eroarea medie pătratică. Lungimea unei rulete de oţel, etalon de verificare, a fost determinată prin trei şiruri de măsurări de acelaşi număr şi după reducerea tuturor valorilor la temperatura de referinţă, s-au obţinut următoarele rezultate cu erorile medii pătratice respective:

$L_1 = 20\,000{,}60$ mm şi $\sigma_1 = \pm 0{,}10$ mm;
$L_2 = 20\,000{,}45$ mm şi $\sigma_2 = \pm 0{,}05$ mm;
$L_3 = 20\,000{,}15$ mm şi $\sigma_3 = \pm 0{,}20$ mm;

Ponderea este $\frac{1}{\sigma^2}$ şi deci

$$P_1 = \frac{1}{0{,}10^2} = \frac{1}{0{,}0100} = 100;$$

$$P_2 = \frac{1}{0{,}05^2} = \frac{1}{0{,}0025} = 400;$$

$$P_3 = \frac{1}{0{,}2^2} = \frac{1}{0{,}04} = 25.$$

Dînd în loc de ponderea $P_1 = 25$ ponderea de $P_1 = 1$ şi reducîndu-le şi pe celelalte în acelaş raport, obţinem $P_2 = 16$ şi $P_1 = 4$. Media ponderată va fi:

$$L_p = \frac{\Sigma L_i p_i}{\Sigma p_i} = \frac{\Sigma L_i \frac{1}{\sigma_i^2}}{\Sigma \frac{1}{\sigma_i^2}} =$$

$$= \frac{20\,000{,}60 \cdot 4 + 20\,000{,}45 \cdot 16 + 20\,000{,}15 \cdot 1}{4 + 16 + 1} = 20\,000{,}46 \text{ mm}.$$

Scanned with OKEN Scanner

Eroarea limită a mediei ponderate $\lambda_{p\,lim}$ se calculează cu ajutorul relației

$$\lambda_{p\,lim} = 3\sqrt{\frac{\Sigma\, p_i v_i^2}{(n-1)\Sigma\, p_i}}, \qquad (2)$$

în care p_i este ponderea fiecărui rezultat;

v_i — diferența $L_i - L_p$;

n — numărul șirurilor;

Σ_{pi} — suma ponderilor tuturor rezultatelor.

Cînd se cunoaște eroarea medie patratică σ a fiecărui rezultat se folosește relația

$$\lambda_{p\,lim} = 3\sigma\sqrt{\frac{p_i}{\Sigma\, p_i}}, \qquad (3)$$

în care λ_p este eroarea limită ponderată a rezultatului fiecărui șir, σ eroarea medie pătratică a fiecărui rezultat, p_i ponderea fiecărui rezultat și Σ_p suma ponderilor tuturor rezultatelor măsurării.

Pentru cazul arătat în ex. c) de mai sus, găsim pentru fiecare șir, aplicînd relația (3):

$$\lambda_{p1\,lim} = 3 \cdot 0{,}1\sqrt{\frac{4}{21}} = 0{,}13 \text{ mm};$$

$$\lambda_{p2\,lim} = 3 \cdot 0{,}05\sqrt{\frac{16}{21}} = 0{,}13 \text{ mm};$$

$$\lambda_{p3\,lim} = 3 \cdot 0{,}2\sqrt{\frac{1}{21}} = 0{,}13 \text{ mm}.$$

Se observă că eroarea limită ponderată a fiecărui șir este aceeași și anume $\lambda_p = \pm 0{,}13$ mm.

În cazul cînd nu se cunoaște eroarea medie pătratică a fiecărui rezultat, se folosește relația (2).

E x e m pl u: S-a comparat un metru etalon de verificare în trei zile consecutive, făcîndu-se în prima zi trei șiruri de măsurări, în a doua zi două șiruri și în a treia zi cinci șiruri, toate șirurile fiind de cîte 30 determinări și s-au obținut următoarele valori medii în fiecare zi:

999,942 5 mm din 3 șiruri,
999,941 6 mm din 2 șiruri,
999,941 9 mm din 5 șiruri.

Media ponderată va fi:

$$L_p = \frac{999{,}9425 \cdot 3 + 999{,}9416 \cdot 2 + 999{,}9419 \cdot 5}{3 + 2 + 5} = 999{,}9420 \text{ mm}.$$

Scanned with OKEN Scanner

Eroarea limită ponderată $\lambda_p\ lim$ [1]) va fi dată de relaţia 2. Pentru aceasta calculăm pe v şi pe $p_i v$ pentru fiecare rezultat

$$v_1 = 999{,}942\,5 - 999{,}9420 = + 0{,}0005$$
$$v_2 = 999{,}941\,6 - 999{,}9420 = - 0{,}0004$$
$$v_3 = 999{,}941\,9 - 999{,}9420 = - 0{,}0001$$

$$\left.\begin{aligned} p_1 v_1^2 &= 3(0{,}0005)^2 = 0{,}000\,000\,75 \\ p_2 v_2^2 &= 2(0{,}0004)^2 = 0{,}000\,000\,32 \\ p_3 v_3^2 &= 5(0{,}0001)^2 = 0{,}000\,000\,05 \end{aligned}\right\} \Sigma\, p_i v_i^2 = 0{,}000\,001\,12$$

$$\lambda_{p_{lim}} = 3\sqrt{\frac{\Sigma\, p_i v_i}{(n-1)\,\Sigma\, p}} = 3\sqrt{\frac{0{,}000\,00112}{2 \cdot 10}} \approx 0{,}0007 \text{ mm}.$$

G. *ERORILE ÎN MĂSURĂRILE INDIRECTE* [2])

Măsurările indirecte se fac de obicei în cazurile în care mărimile nu pot fi măsurate direct [3]).

Calculul erorilor în măsurările indirecte se bazează pe calculul diferenţial, ordinul de mărime al erorilor fiind comparabil cu ordinul de mărime al diferenţialelor (valori finite foarte mici).

Calculul se referă la erorile limită şi în consecinţă acestea se consideră în valoare absolută (cazul cel mai defavorabil). În cele ce urmează, erorile sînt notate cu Δ.

Erorile absolute [4]) se stabilesc prin înlocuirea diferenţialelor cu simbolul erorii, după prealabila diferenţiere a funcţiei care reprezintă mărimea ce se măsoară indirect. Se pot afla şi din erorile relative [5]).

Erorile relative rezultă din împărţirea erorii absolute la valoarea întregii mărimi măsurate. Practic, pentru cazurile în care se pot aplica logaritmii naturali (neperieni), se logaritmează funcţiunea şi se diferenţiază. Înlocuind diferenţialele cu simbolul erorilor, se găseşte direct eroarea relativă.

---

[1]) Acesta este cazul general la etalonări, adică în comparări de etaloane.
[2]) Măsurări ale căror rezultate se obţin pe baza rezultatelor măsurărilor directe ale unor mărimi legate prin relaţii fizice de mărimile ale căror valori se caută.
[3]) Măsurările indirecte, dau, în cele mai multe cazuri, erori mai mari decît în măsurările directe.
[4]) Erorile comise asupra întregii mărimi măsurate.
[5]) Erorile comise asupra unei unităţi din mărimea măsurată, sau asupra a 100 unităţi (eroare procentuală).

Scanned with OKEN Scanner

Valorile mărimilor măsurate direct care se introduc în calcule nu trebuie să conţină erori sistematice. În consecinţă, fiecare valoare trebuie să fie corectată înainte de a se introduce în calcul.

Cazul I. Funcţia este sumă algebrică

$$A = B + C - D$$

$$dA = dB + dC - dD$$

Eroarea absolută[1] $\Delta A = \Delta B + \Delta C + \Delta D.$

Eroarea relativă

$$\frac{\Delta A}{A} = \frac{\Delta B + \Delta C + \Delta D}{A} = \frac{\Delta B}{B + C - D} + \frac{\Delta C}{B + C - D} + \frac{\Delta D}{B + C - D}.$$

Rezultatul măsurării se prezintă sub forma $x = A \pm \Delta A$ (în care $\Delta A = \Delta B + \Delta C + \Delta D$).

Exemplu: Măsurăm o masă prin dublă cîntărire. Fie m_1 suma greutăţilor marcate care trebuie să completeze masa corpului de cîntărit pentru a echilibra aceeaşi tară echilibrată de masa m_2. Funcţia se poate scrie, notînd cu x valoarea masei

$$x = m_2 - m_1$$

$$\Delta x = \Delta m_2 + \Delta m_1.$$

Dacă $\Delta m_1 = \Delta m_2 = \Delta m$, adică erorile maxime posibile sînt egale, atunci

$$\Delta x = 2\Delta m.$$

Eroarea relativă va fi:

$$\frac{\Delta x}{x} = \frac{2\Delta m}{x}.$$

Cazul II. Funcţia este un produs

$$A = B \cdot C$$

$$dA = CdB + BdC.$$

Eroarea absolută $\Delta A = C\Delta B + B\Delta C.$

Eroarea relativă[2] $\frac{\Delta A}{A} = \frac{C\Delta B + B\Delta C}{BC} = \frac{\Delta B}{B} + \frac{\Delta C}{C}.$

---

[1] Eroarea absolută comisă asupra unei sume algebrice are ca limită superioară suma aritmetică a limitelor superioare ale erorilor absolute care afectează fiecare din termenii sumei.

[2] Eroarea relativă a unui produs este egală cu suma erorilor relative ale factorilor.

Scanned with OKEN Scanner

Se poate afla şi direct, aplicînd logaritmii naturali şi diferenţiind

$$\ln A = \ln B + \ln C;$$

$$\frac{dA}{A} = \frac{dB}{B} + \frac{dC}{C};$$

$$\frac{\Delta A}{A} = \frac{\Delta B}{B} + \frac{\Delta C}{C}.$$

În cazul cînd s-a calculat sau se cunoaşte eroarea relativă, eroarea absolută se calculează astfel:

$$A = \left(\frac{\Delta B}{B} + \frac{\Delta C}{C}\right) \cdot A = \left(\frac{\Delta B}{B} + \frac{\Delta C}{C}\right) \cdot B \cdot C =$$

$$= \frac{BC\Delta B}{B} + \frac{BC\Delta C}{C} = C\Delta B + B\Delta C.$$

Rezultatul măsurării se prezintă sub forma $L = A \pm \Delta A$ (în care $A = C\Delta B + B\Delta C$).

Exemplu: Se calculează tensiunea U la bornele unei rezistenţe $R = 25{,}7 \pm 0{,}5\ \Omega$ parcursă de un curent $I = 3{,}6 \pm 0{,}1$A. Valoarea acestei tensiuni conform legii lui Ohm este:

$$U = R \cdot I = 25{,}7 \cdot 3{,}6 = 92{,}52\ \text{V}.$$

Eroarea absolută: $\Delta U = 25{,}7 \cdot 0{,}1 + 3{,}6 \cdot 0{,}5 = 4{,}37$ V.

Eroarea relativă: $\frac{\Delta U}{U} = \frac{4{,}37}{92{,}52} = 0{,}045$ V (rotunjit).

Eroarea procentuală: $\Delta U\,\% = 0{,}045 \cdot 100 = 4{,}5$ V %

$$U = 92{,}52 \pm 4{,}37\ \text{V}.$$

Cazul III. Funcţia este un raport

$$A = \frac{B}{C}$$

$$dA = \frac{C\,dB - B\,dC}{C^2}.$$

Eroarea absolută: $\Delta A = \left|\frac{C\Delta B + B\Delta C}{C^2}\right|$.

Eroarea relativă[1]: $\frac{\Delta A}{A} = \frac{C\Delta B + B\Delta C}{C^2} \cdot \frac{C}{B} = \frac{\Delta B}{B} + \frac{\Delta C}{C}$.

[1]) Eroarea relativă a unui raport are aceiaşi limită superioară ca şi eroarea relativă a unui produs.

Scanned with OKEN Scanner

Se poate calcula și direct, prin logaritmare și diferențiere:

$$\ln A = \ln B - \ln C$$

$$\frac{dA}{A} = \frac{dB}{B} - \frac{dC}{C}$$

$$\frac{\Delta A}{A} = \left| \frac{\Delta B}{B} + \frac{\Delta C}{C} \right|.$$

În cazul în care s-a calculat sau se cunoaște eroarea relativă, eroarea absolută se calculează astfel:

$$\Delta A = \left(\frac{\Delta B}{B} + \frac{\Delta C}{C} \right) \cdot \frac{B}{C} = \frac{C\Delta B + B\Delta C}{C^2}.$$

Rezultatul măsurării se prezintă sub forma

$$L = A \pm \Delta A \left(\text{în care } \Delta A = \frac{C\Delta B + B\Delta C}{C^2} \right).$$

Exemplu: Se calculează o rezistență prin măsurări directe ale tensiunii de la borne și a intensității care o străbate. Se cere eroarea limită. $U = 115{,}5 \pm 1{,}2$ V; $I = 2{,}5 \pm 0{,}1$ A.

Conform legii lui Ohm

$$R_\Omega = \frac{U_V}{I_A} = \frac{115{,}5}{2{,}5} = 46{,}67 \text{ V (rotunjit)}$$

Eroarea absolută: $\Delta R = \dfrac{I\Delta U + U\Delta I}{I^2}$

$$\Delta R_\Omega = \frac{2{,}5 \cdot 1{,}2 + 115{,}5 \cdot 0{,}1}{2{,}5^2} = \frac{14{,}55}{6{,}25} = 2{,}33\ \Omega.$$

Eroarea relativă: $\dfrac{\Delta R}{R} = \dfrac{2{,}33}{46{,}67} = 0{,}05\ \Omega.$

Eroarea procentuală $\dfrac{\Delta R}{R}\ \% = 0{,}05 \cdot 100 = 5\ \Omega$

$$R = 46{,}67 \pm 2{,}33\ \Omega.$$

Cazul IV. Funcția este o putere

$$A = B^n$$

$$dA = nB^{n-1}dB.$$

Eroarea absolută: $A = nB^{n-1}\Delta B.$

Scanned with OKEN Scanner

Eroarea relativă: $\frac{\Delta A}{A} = \frac{nB^{n-1}\Delta B}{B^n} = n\frac{\Delta B}{B}$.

Eroarea relativă se poate calcula și direct, prin logaritmare

$$\ln A = n \ln B$$

$$\frac{dA}{A} = n\frac{dB}{B}$$

și deci

$$\frac{\Delta A}{A} = n\frac{\Delta B}{B}.$$

În cazul în care s-a calculat sau se cunoaște eroarea relativă, eroarea absolută se calculează astfel:

$$\Delta A = n\frac{\Delta B}{B} \cdot B^n = nB^{n-1}\Delta B.$$

Rezultatul măsurării se prezintă sub forma:

$$L = A \pm \Delta A \text{ (în care } \Delta A = nB^{n-1}\Delta B).$$

Exemplu: Să se calculeze rezistivitatea ρ a unui conductor cilindric cu diametrul D și lungimea l, precum și eroarea absolută și eroarea relativă.

Din relația $R = \rho\frac{l}{S}$ în care: R este rezistența conductorului, l lungimea și S secțiunea, scoatem pe ρ

$$\rho = R\frac{S}{l} = \frac{\pi D^2 R}{4l}.$$

Eroarea relativă va fi:

$$\frac{\Delta\rho}{\rho} = \frac{\Delta\pi}{\pi} + 2\frac{\Delta D}{D} + \frac{\Delta R}{R} + \frac{\Delta l}{l}.$$

Eroarea absolută va fi:

$$\Delta\rho = \left(\frac{\Delta\pi}{\pi} + 2\frac{\Delta D}{D} + \frac{\Delta R}{R} + \frac{\Delta l}{l}\right) \cdot \rho.$$

$\frac{\Delta\pi}{\pi}$ se poate neglija dacă se alege π cu un număr suficient de zecimale pentru ca eroarea prin lipsă sau prin adaos să fie de ordin foarte mic. Dacă de ex. se consideră $\pi = 3{,}142$, eroarea relativă neglijată este de ordinul 1/6 000.

Scanned with OKEN Scanner

De asemenea, eroarea relativă a lui R se poate neglija, dacă valoarea acestuia a fost determinată cu ajutorul unei punți, la care se poate obține ușor o precizie de 1/1 000, sau chiar 1/10 000, precizie mult prea mare față de precizia cu care se pot măsura lungimile. În consecință, putem scrie

$$\Delta\rho = \left(2\frac{\Delta D}{D} + \frac{\Delta l}{l}\right) \cdot \rho.$$

Rezultatul se prezintă sub forma:

$$L = \rho \pm \Delta\rho.$$

Cazul V. Funcția este un radical

$$A = \sqrt[n]{B}.$$

Scriind $A = B^{\frac{1}{n}}$, acest caz este similar cazului IV.

Eroarea absolută:

$$\Delta A = \frac{1}{n} B^{\frac{1}{n}-1} \Delta B = \frac{1}{n} \cdot B^{\frac{1-n}{n}} \Delta B = \frac{1}{n} \sqrt[n]{B^{1-n}} \Delta B.$$

Eroarea relativă[1]

$$\frac{\Delta A}{A} = \frac{\frac{1}{n} B^{\frac{1}{n}-1} \Delta B}{B^{\frac{1}{n}}} = \frac{\frac{1}{n} B^{\frac{1}{n}-1} \Delta B}{B^{\frac{1}{n}-1} \cdot B} = \frac{1}{n} \cdot \frac{\Delta B}{B}.$$

În cazul în care s-a calculat sau se cunoaște eroarea relativă, eroarea absolută se calculează astfel:

$$\Delta A = \frac{1}{n} \cdot \frac{\Delta B}{B} \cdot B^{\frac{1}{n}} = \frac{1}{n} B^{\frac{1}{n}-1} \cdot \Delta B.$$

Eroarea relativă se poate afla direct, logaritmînd și diferențiind

$$\ln A = \frac{1}{n} \ln B$$

$$\frac{dA}{A} = \frac{1}{n} \cdot \frac{dB}{B}$$

și deci

$$\frac{\Delta A}{A} = \frac{1}{n} \cdot \frac{\Delta B}{B}.$$

[1]) Caz favorabil în măsurile indirecte

Scanned with OKEN Scanner

Cazul VI. Funcţia este un logaritm

$$A = \ln B$$

$$dA = \frac{dB}{B}.$$

Eroarea absolută: $\Delta A = \frac{\Delta B}{B}$.

Eroarea relativă: $\frac{\Delta A}{A} = \frac{\Delta B}{B \cdot \ln B}$.

În cazul în care s-a calculat sau se cunoaşte eroarea relativă, eroarea absolută se calculează astfel:

$$\Delta A = \frac{\Delta B}{B \ln B} \cdot \ln B = \frac{\Delta B}{B}.$$

Eroarea relativă se poate afla direct, logaritmînd şi diferenţiind

$$\ln A = \ln (\ln B)$$

$$\frac{dA}{A} = \frac{d(\ln B)}{\ln B} = \frac{1}{\ln B} \cdot \frac{dB}{B}$$

$$\frac{\Delta A}{A} = \frac{1}{\ln B} \cdot \frac{\Delta B}{B}.$$

Rezultatul se scrie sub forma:

$$L = A \pm \Delta A \left(\text{în care } \Delta A = \frac{\Delta B}{B}\right).$$

Cazul VII. Funcţia este o funcţie exponenţială

$$A = e^B$$

în care e este baza logaritmilor naturali. Putem scrie

$$\ln A = B$$

$$\frac{dA}{A} = dB.$$

Eroarea relativă: $\frac{\Delta A}{A} = \Delta B$.

Eroarea absolută: $\Delta A = e^B \Delta B$.

Rezultatul se scrie sub forma

$$L = A \pm \Delta A \quad (\text{în care } \Delta A = e^B \Delta B).$$

Cazul VIII. Funcţia este o relaţie trigonometrică

a) $A_1 = \sin \alpha$ $A_2 = \cos \alpha$ $A_3 = \operatorname{tg} \alpha$

$dA_1 = \cos \alpha \cdot d\alpha$ $dA_2 = -\sin \alpha \cdot d\alpha$ $dA_3 = \frac{d\alpha}{\cos^2 \alpha}$.

Scanned with OKEN Scanner

Er. abs: $\Delta A_1 = \cos\alpha\,\Delta\alpha$; $\Delta A_2 = \sin\alpha\,\Delta\alpha$; $\Delta A_3 = \frac{\Delta\alpha}{\cos^2\alpha}$.

Er. rel: $\frac{\Delta A_1}{A_1} = \frac{\cos\alpha\Delta\alpha}{\sin\alpha}$; $\frac{\Delta A_2}{A_2} = \frac{\sin\alpha\Delta\alpha}{\cos\alpha}$; $\frac{\Delta A_3}{A_3} = \frac{\Delta\alpha}{\cos^2\alpha\cdot\operatorname{tg}\alpha}$.

b) $A = a\cos^2\alpha$

$dA = a\cdot d(\cos^2\alpha) + \cos^2\alpha\cdot da = \cos^2\alpha\,d\alpha - 2a\cdot\cos\alpha\cdot\sin\alpha\,d\alpha.$

Eroarea absolută: $\Delta A = \cos^2\alpha\ \Delta\alpha + a\cdot\sin 2\alpha\cdot\Delta\alpha.$

Eroarea relativă: $\frac{\Delta A}{A} = \left|\frac{\Delta a}{a} - 2\Delta\alpha\operatorname{tg}\alpha\right|\cdot$

$$\frac{\Delta A}{A} = \frac{\Delta a}{a} + 2\Delta\alpha\operatorname{tg}\alpha.$$

c) $A = \frac{\cos\alpha\cdot\operatorname{tg}\beta}{\sin^m\cdot\gamma}$

$$\ln A = \ln\cos\alpha + \ln\operatorname{tg}\beta - m\ln\sin\gamma$$

$$\frac{dA}{A} = \frac{d(\cos\alpha)}{\cos\alpha} + \frac{d(\operatorname{tg}\beta)}{\operatorname{tg}\beta} - m\frac{d(\sin\gamma)}{\sin\gamma}$$

$$\frac{dA}{A} = -\frac{\sin\alpha\cdot d\alpha}{\cos\alpha} + \frac{d\beta}{\cos^2\beta\operatorname{tg}\beta} - m\frac{\cos\gamma\,d\gamma}{\sin\gamma}$$

$$\frac{dA}{A} = \left|\operatorname{tg}\alpha\cdot d\alpha + \frac{2d\beta}{\sin 2\beta} + m\frac{d\gamma}{\operatorname{tg}\gamma}\right|\cdot$$

$$\frac{\Delta A}{A} = \operatorname{tg}\alpha\,\Delta\alpha + \frac{2\Delta\beta}{\sin 2\beta} + m\frac{\Delta\gamma}{\operatorname{tg}\gamma}\cdot$$

H. *METODA CELOR MAI MICI PĂTRATE (GAUSS)* [1]

Fie funcţia $A = ax + by + cz$ în care A, y şi z se determină prin măsurări, a, b, c fiind considerate necunoscute.

---

[1]) Unele mărimi sînt exprimate prin funcţii de forma

$$A = ax + by + cz$$

(în care, după caz, se poate ca :$x = 1$, $z = y^2$; etc).
Făcînd diferite măsurări se poate obţine

$$A_1 = ax_1 + by_1 + cz_1;$$
$$A_2 = ax_2 + by_2 + cz_2;$$
$$\cdots\quad\cdots\quad\cdots\quad\cdots$$
$$A_u = ax_u + by_u + cz_u$$

în care A_1, A_2..; x, x_2..; y, y_2..; z, z_2..; se determină experimental, iar a, b, şi c se consideră necunoscute. Se pot obţine pentru a, b şi c atîtea valori cîte sisteme de 3 ecuaţii se pot forma, după care se face valoarea lor medie şi se stabileşte valoarea probabilă, conf. celor arătate la teoria erorilor. Calea este laborioasă. Metoda celor mai mici pătrate duce mai repede la rezultat.

Scanned with OKEN Scanner

În general, pentru un număr de determinări ($i = 1 \ldots i = n$) putem scrie $A_i = ax_i + by_i + cz_i$. Erorile aparente vor fi:

$$v_i = A_i - (ax_i + by_i + cz_i).$$

Ele vor fi cu atît mai mici, cu cît a, b și c sînt mai apropiate de valorile lor adevărate. În acest caz $\sum_{i=1}^{n} v_i^2$ va trece printr-un minim:

$$\sum (A_i - ax_i - by_i - cz_i)^2 = \text{minim}.$$

Funcțiunea din paranteză trece printr-un minim cînd derivatele parțiale în raport cu a, b și c sînt egale cu zero:

$$\frac{\partial}{\partial a} \sum (A_i - ax_i - by_i - cz_i)^2 = 0$$

$$\frac{\partial}{\partial b} \sum (A_i - ax_i - by_i - cz_i)^2 = 0$$

$$\frac{\partial}{\partial c} \sum (A_i - ax_i - by_i - cz_i)^2 = 0.$$

sau:

$$2 \sum (A_i - ax_i - by_i - cz_i)\, x_i = 0$$

$$2 \sum (A_i - ax_i - by_i - cz_i)\, y_i = 0$$

$$2 \sum (A_i - ax_i - by_i - cz_i)\, z_i = 0$$

din care se obține:

$$\sum A_i x_i = a \sum x_i^2 + b \sum y_i x_i + c \sum z_i x_i$$

$$\sum A_i y_i = a \sum x_i y_i + b \sum y_i^2 + c \sum z_i y_i$$

$$\sum A_i z_i = a \sum x_i z_i + b \sum y_i z_i + c \sum z_i^2.$$

Problema se reduce deci la calcularea sumelor din membrul doi al ecuațiilor, obținîndu-se un singur sistem de ecuații [1]) cu trei necunoscute a, b și c.

---

[1]) Aceste ecuații se numesc „ecuații normale"

Scanned with OKEN Scanner

I. EXPRIMAREA REZULTATELOR MĂSURĂRILOR

Forma generală de exprimare este:

$$A \pm \varepsilon$$

în care A poate reprezenta rezultatul unei singure măsurări sau o valoare medie a n rezultate, iar ε este eroarea limită, care în cazul unei singure măsurări este $K\sigma$, iar în cazul a n măsurări $K \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$, K fiind egal cu 3.

Sensul lui $\pm \varepsilon$ trebuie să fie precizat, scriindu-se în paranteză numărul de determinări pe care se bazează valoarea medie A și nivelul de încredere η sub forma $P = 1 - \eta$ exprimat în procente.

E x e m p l u: Se stabilește lungimea unei cale plan-paralele, prin repetarea a 5 măsurări și se află $L = 20{,}0007$ mm, iar eroarea medie pătratică calculată cu ajutorul celor 5 valori, este $\sigma = 0{,}00012$ mm. Fiind un număr mic de determinări, se aplică criteriul Student, luîndu-se nivelul de încredere 1%. Utilizînd tabelele 4 și 5 se găsește că pentru $n = 5$ și pentru $n - 1$ grade de libertate $t = 4{,}6$. Rezultatul se poate scrie:

$$20{,}0007 \pm 4{,}6 \cdot 0{,}00012 = 20{,}0007 \pm 0{,}0006 \quad (n = 5;\ P = 99\%).$$

La stabilirea numărului cifrelor semnificative ale rezultatului trebuie să se utilizeze drept criteriu limitele de încredere.

E x e m p l u: S-a măsurat o tensiune electrică și s-a dat rezultatul sub forma

$$V = 112{,}46 \pm 0{,}42 \text{ volți.}$$

Aceasta înseamnă că tensiunea adevărată se găsește între limitele $112{,}46 - 0{,}42 = 112{,}04$ V și $112{,}46 + 0{,}42 = 112{,}88$ V adică

$$112{,}02 < X < 112{,}88.$$

Se observă că ultimile două cifre ale limitelor nu sînt concordante și deci nu se poate conta pe ele ca cifre semnificative. Ar trebui deci din rezultatul 112,46 să se suprime ultimile două cifre. Se păstrează totuși prima cifră, deoarece eliminînd-o, s-ar produce o eroare suplimentară de aproape 0,5 V, care este de același ordin de mărime cu al erorii 0,4 V. Rezultatul se poate scrie:

$$112{,}5 \pm 0{,}4 \text{ V.}$$

În cazul cînd rezultatul și eroarea limită sînt numere întregi, toate cifrele nesemnificative se suprimă și se înlocuiesc cu zero.

E x e m p l u: S-a obținut la măsurarea unei temperaturi valoarea $t = 1\,064 \pm 20$°C. Temperatura adevărată este deci cuprinsă între 1 044°C și 1 084°C. Se observă că numai primele două cifre sînt semnifi-

Scanned with OKEN Scanner

cative. Se menţine în rezultat şi cifra a treia, pentru a nu introduce o eroare suplimentară superioară lui 20°C. şi deci rezultatul se va scrie:

$$t = 1\,050 \pm 20°C.$$

Observaţie. Numărul de cifre semnificative ale rezultatului este determinat de către eroarea limită dată.

Exemplu: S-a determinat masa unui corp obţinîndu-se rezultatul $A = 4{,}573$ g, cu o eroare relativă de 1/2000 şi deci

$$\varepsilon = \frac{1}{2\,000} \cdot 4{,}573 = 0{,}0005 \cdot 5^{1}) = 0{,}0025 = 0{,}002 \text{ g (rotunjit).}$$

Valoarea adevărată va fi cuprinsă între

$$4{,}571 < x < 4{,}575.$$

Primele trei cifre sînt comune celor două limite şi deci sînt singurele exacte. Rezultatul se poate scrie:

$$4{,}57 \pm 0{,}002 \text{ g.}$$

Atunci cînd nu se dă nici eroarea limită, nici cea relativă, se acceptă că ultima cifră semnificativă de la dreapta a rezultatului este exactă, adică se poate spune despre ea că este cuprinsă cu o eroare inferioară cu o unitate faţă de ordinul ei în rezultat.

Ţinîndu-se seama de regulile de rotunjire a rezultatelor, care prevăd în unele cazuri (vezi rotunjirea rezultatelor la calculul cu valori) mărirea cu o unitate a ultimei cifre păstrate, se poate spune că rezultatul este cunoscut cu o jumătate de unitate inferioară faţă de ultimul ordin din rezultat. Astfel, dacă se exprimă presiunea unei coloane de mercur sub formele 76 cm sau 760 mm, înseamnă că în primul caz rezultatul este exprimat cu o aproximaţie de $\pm$ 0,5 cm, iar în al doilea caz cu $\pm$ 0,5 mm. Din această cauză, chiar dacă este zero ultima cifră zecimală, ea se scrie. (Exemplu: 1,420, unde cifra zero garantează exactitatea cifrei 2; nu se va scrie 1,42, deoarece în primul caz rezultatul este dat cu o aproximaţie de 0,0005 iar în al doilea caz cu 0,005).

---

[1]) Valoarea rotunjită a lui 4,573.

Scanned with OKEN Scanner

Capitolul

2 MĂRIMI GEOMETRICE

1. LUNGIME

A. *UNITĂȚI DE MĂSURĂ PENTRU LUNGIME*

Metru: unitate fundamentală în sistemul internațional de unități de măsură S.I. (vezi definiția în tabela 2)

Date importante din istoria metrului:

— Revoluția franceză din 1789 a impus existența unui sistem unic de măsuri în tot cuprinsul Franței;

— în 1790 Adunarea constituțională, la propunerea lui Talleyrand a dat un decret în baza căruia Academia franceză a numit o comisie compusă din: Borda, Lagrange, Laplace, Monge și Condorcet

---

Bibliografie:

— Lexiconul Tehnic Român Vol. 1—15 Editura Tehnică, (passim).
— Al. Zanne: Barem de măsuri și greutăți. Buc. Impr. Statului 1879 pag. 1—78.
— Zeiss-Kursus: Tehnica măsurătorilor de precizie în construcția de mașini (tr. l germană) I.D.T. 1957.
— G. Aparin și I.E. Gorodeț ki: Toleranțe și măsurări tehnice (trad. l rusă) Ed. Tehn. 1956.
— E.R. Dvoreț ki: Studiul construcției aparatelor de măsurat folosite în construcția de mașini (tr. l. rusă) I.D.T. 1952.
— Gh. Eliade, Gh. Ivanovici, L. Schapira: Măsurarea dimensiunilor în construcția de mașini. Ed. Tehn. 1959.
— A. Ghilezan, R. Șeptilici: Aparate și metode de măsurare și control în construcția de mașini. Ed. Did. și Ped. 1963.
— Standardele de Stat (STAS) indicate în text la fiecare dintre mărimile geometrice.
— Instrucțiunile de verificare DGMSI arătate în text la fiecare dintre mărimile geometrice.

Scanned with OKEN Scanner

care urma să aleagă şi să stabilească împreună cu o comisie engleză, noua unitate de lungime, din cele trei propuneri făcute: lungimea pendulului care bate secunda, la Paris, o fracţiune din sfertul de cerc al ecuatorului, o fracţiune din arcul meridianului. Din cauza evenimentelor politice a lucrat numai comisia franceză, care a ales ultima propunere, dînd şi definiţia unităţii alese: „metrul, unitatea de lungime este a zecea milioana parte din distanţa de la ecuator la pol". S-a pornit de la lucrările făcute de geograful francez Picard în 1669 [1]) care fuseseră reluate de astronomii Dominique Cassini şi Lahir în 1683 [2]) şi pentru care se făcuseră numeroase lucrări în sensul de a se măsura lungimea unui arc de un minut la pol şi la ecuator. (În 1735 Bouguer, Codin şi La-Condamine plecaseră în Peru şi în 1736 Maupertius, Clairant, Camus Lamonnier, Outhier şi suedezul Celsius plecaseră spre polul nord (în Laponia, în nordul Tornei, cu un grad mai sus de cercul polar). La 1745, cei care plecaseră în Peru, ajutaţi de spaniolii Juan şi Antonic Ulluoa au stabilit valoarea minutului de cerc peruvian, de 56737 toase. În 1752 abatele La Caille a dat valoarea 57037 pentru un grad al meridianului la capul Bunei-Speranţe. În 1754 călugării Maire şi Boscovici au stabilit valoarea gradului între Roma şi Rimini ca fiind de 56973 toase. La 1762—1763 Beccacia a evaluat gradul piemontes la 57468 toase. La 1768 astronomii Mason şi Dixon au stabilit gradul american (la configuraţia Marilanda-Pensilvania) de 56889 toase. Noi măsurări de control au fost necesare şi în 1792 au fost însărcinaţi cu efectuarea lor Delambre (între Dunkerque şi Orleans) şi Mèchain (de la Barcelona spre nord pînă la Orleans). Înainte de a se termina lucrările acestora, care au durat pînă în 1799, guvernul francez a însărcinat pe Brison, Borda, Lagrange, Laplace şi Berthollet să stabilească un metru provizoriu, bazat pe măsurările făcute de Lacaille. Valoarea acestui metru a fost de 443,44 linii. Lucrările au fost reluate în anul 1799 de către o comisie din care făceau parte şi străini. Francezi erau: Borda, Brison, Coulomb, Delambre, Hauy, Lagrange, Lefévre-Gineau, Méchain (care a murit în timpul lucrărilor obositoare) şi Pronny, iar străini: Aeneo şi van Swinde (Batavia) Balbo (Savoia) înlocuit mai tîrziu prin Vassalli-Eandi, Rugge (Danemarca) Ciscar şi Pedrayés (Spania), Fabroni (Toscana), Francini (rep. Romană) Mascheroni (rep. Cisalpină), Maltedo (rep. Liguriană) şi Trallis (rep. Elveţia). Calculele s-au făcut de o comisie specială compusă din Van

---

[1]) P i c a r d a estimat lungimea arcului de meridian între Amiens şi Paris, şi a dat lungimea unui arc de un grad ca fiind 57060 toase (toasa, veche unitate franceză, aprox. egală cu un stînjen.)

[2]) În 1670 G a b r i e l e M o u t o n, astronom din Lyon propusese ca unitate de lungime lungimea unui arc de un minut al meridianului, pentru care propusese denumirea de miliariu sau milu. La 1770 ideia a fost preluată de Laplace.

Scanned with OKEN Scanner

Swinden, Trallis, Laplace, Legendre şi Ciscar şi s-a stabilit valoarea de 443,296 linii ca fiind a zecea milioană parte din distanţa de la pol la ecuator, măsurată pe suprafaţa oceanului. O a doua comisie a executat „metrul" şi o a treia „kilogramul", definit ca fiind „greutatea cîntărită în vid a unui decimetru cub de apă la temperatura de 4°C".

— La 22 iunie 1799 comisiunea generală a măsurilor şi greutăţilor a prezentat prin Trallis corpului legislativ rezultatul lucrărilor şi prototipurile metrului [1]) şi kilogramului [2]), care au fost confecţionate din platină şi depuse în arhivele republicii şi s-au numit „metrul şi kilogramul de la Arhive".

— La data de 1 martie 1875 a fost convocată o conferinţă diplomatică pentru crearea Biroului Internaţional la care au participat 20 state şi la 20 mai 1875 un număr de 17 state au semnat convenţia metrului [3]) luîndu-se ca unităţi metrul şi kilogramul de la Arhive.

— În anul 1878 Biroul Internaţional a fost instalat la Sèvres lîngă Paris.

— Conferinţa generală de măsuri şi greutăţi din septembrie 1889 a sancţionat noile prototipuri internaţionale ale metrului şi kilogramului confecţionate prin îngrijirea Biroului Internaţional, alegînd dintre exemplarele făcute metrul nr. 6, celelalte fiind distribuite prin tragere la sorţi [4]) statelor semnatare ale Convenţiei, dînd o nouă definiţie atît metrului, cît şi kilogramului [5]):

— metrul, unitatea fundamentală de lungime, este lungimea pe care o are la temperatura de 0°C metrul internaţional, prototip de platină iridiată, sancţionat în 1889 de Conferinţa Generală de măsuri şi greutăţi de la Sèvres (Franţa);

— În anul 1864 (15/27 sept) prin legea lui Alexandru I. Cuza sistemul metric a fost adoptat în România ca facultativ, urmînd a deveni obligatoriu la 1 ian. 1866 (generalizarea fiind amînată prin 3 legi consecutive şi numai prin ultima, din 1883, a devenit obligatorie pe tot cuprinsul ţării.

---

[1]) Metrul de la Arhive" este o măsură terminală" (vezi termenul)

[2]) „Kilogramul de la Arhive" are forma unui cilindru cu marginile rotunjite.

[3]). Conv. metrului are următoarele principii fundamentale:

— ţările semnatare se obligă să întreţină Biroul Internaţional de măsuri şi greutăţi care funcţionează sub exclusiva conducere a Comitetului Internaţional de măsuri şi greutăţi, care la rîndul său e subordonat Conferinţei Internaţionale.

— Conf. internaţională se compune din reprezentanţi ai tuturor ţărilor semnatare şi se convoacă o dată la şase ani.

— Comit. Int. se compune din 14 membri, reprezentanţi ai diverselor ţări semnatare, aleşi de Conf. Int. Se întruneşte la fiecare doi ani.

[4]) România a primit metrul Nr. 6 c în 1895 şi kilogramul nr. 2, în anul 1891. Se află în păstrare la O.S.M. din cadrul D.G.M.S.I.

[5]) Definiţia kilogramului este aceeaşi şi astăzi.

Scanned with OKEN Scanner

cu începere de la 1 iulie 1884). O propunere, respinsă de Obștească Adunare, fusese făcută în 1835 de marele vornic Mihai Ghica, precum și în 1855, cînd a fost respinsă de domnitorul B. Știrbei, care nu a admis decît folosirea stînjenului de 2 metri. Utilizări ale metrului apar însă încă din 1835, cînd s-a stabilit pentru stînjenul Șerban Vodă lungimea de 1,962 m, valoare care a fost utilizată la ridicarea planului Bucureștilor la 1845, verificată din nou de inginerul Lalan [1]). În tabela 7 sînt indicate vechile unități de lungime folosite în țara noastră iar în tabela 8 relațiile dintre ele.

— În 1883 România a aderat la Convenția metrului [2]).

— În 1960 cea de a XI Conferință Generală a dat o nouă definiție metrului (vezi tabela 2) și a stabilit sistemul internațional de unități de măsură S.I.

— În 1961 (prin H.C.M. nr. 550 din 30 august) sistemul internațional S.I. a fost adoptat în țara noastră ca unic sistem legal și obligatoriu.

Unități de lungime pentru itinerarii [3]), în afara celor din S.I. formate cu ajutorul prefixelor:

— *milă marină* (mlm) unitate tolerată folosită în marina R.S.R., are valoarea 1852 m; corespunde, în principiu lungimii minutului sexagesimal al meridianului la latitudinea de 45°, spre deosebire de *mila nautică engleză*, care are 1853,184 m și se definește ca fiind lungimea minutului sexagesimal al meridianului la latitudinea unde se găsește observatorul. *Mila nautică a S.U.A.*, este diferită de cea engleză și are valoarea 1853,25 m. În afară de mila nautică se mai folosește încă și *leghea marină* (engleză) egală cu 3,454 mile = 5559,55 m. În tabela 9 sînt indicate și celelalte unități de lungime engleze (și americane) inclusiv cele pentru itinerarii terestre.

Unități de lungime în studiul radiațiilor, în afară de cele din S.I.:

— *angström* (Å) unitate tolerată = 10^{-10} m;

— *unitate X* (UX) unitate tolerată = 10^{-13} m.

Unități de lungime în astronomie, în afară de cele din S.I. [4]):

— *an lumină:* distanța parcursă de către lumină într-un an, unitate tolerată = $9{,}461 \times 10^{15}$ m.

— *parsec:* distanța la o stea de la care raza vectoare a pămîntului, perpendiculară pe direcția de vizare și considerată egală cu 149 504 200 km, se vede egală cu un unghi egal cu 1″; unitate tolerată = $30{,}84 \times 10^{15}$ m;

---

[1]) Ing. Lalan (1811—1892) francez de origină, a venit în țară în 1853. În anul 1857 a fost însărcinat cu înființarea Școlii de Poduri și Șosele, devenită în 1919 Școală Politehnică. A construit poduri pe șoseaua Ploiești-Predeal și linia ferată Cernavodă-Constanța.

[2]) A nu se confunda „aderarea" cu „adoptarea"

[3]) Aceste unități nu au fost încă modificate pe plan internațional

[4]) Nu este menționat Spatul = 10^{12} m, întrucît este identic cu terametrul, unitate S.I.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 7

Unităţi de lungime vechi folosite în ţara noastră

Nr. crt.	Denumirea unităţii	Valoarea în S I m
	Muntenia	
1	prăjină	5,8995 m
2	stînjen Şerban Vodă(st. SV) = = 8 palme (de la 1840, st. SV = = 10 palme)	1,9665 m (pînă la 1835, cînd s-a stabilit valoarea 1,962 m)
3	funia, lanţul, odgonul = 10 stînjeni	19,665 m
4	Stînjen Constantin Vodă = 8 palme	2,020 m
5	cot	0,664 m
6	palmă (SV) = 10 degete	0,24581 m
7	deget (SV) = 10 linii	0,02458 m
8	linie	0,00246 m
9	rupul	0,083 m
10	greful	0,0415 m
11	poşta = 10 000 stînjeni (incertă)	
	Moldova	
1	prăjină moldovenească	6,69 m
2	stînjen moldovenesc = 8 palme	2,23 m
3	lanţul = 10 stînjeni	22,300 m
4	cot moldovenesc	0,637 m
5	palmă moldovenească = 8 palmace	0,27875 m
6	pumnul = 2/3 palme	0,18583 m
7	palmac moldovenesc = 12 linii	0,03484 m
8	linie moldovenească	0,00290 m
9	cotul Halep	0,6881 m
10	rupul	0,07963 m
11	greful	0,03981 m
12	poşta = 10 000 stînjeni (incertă)	
	Dobrogea	
1	ziera-i-mimari (cot ingineresc)	0,7580 m
2	arşin (cot de bazar) = 16 ghirahe	0,6800 m
3	endeze (cot mic) = 8 rupi	0,6500 m
4	parmac	0,3158 m
5	hat	0,0332 m
6	Nohta	0,0021 m
	Transilvania	
1	Milă (ungară)	8,3536 km
2	Milă (austriacă)	7,5859 km
3	Stînjen vienez (Klafter)	1,8964 m
4	cot vienez (Elle)	0,7770 m
5	picior vienez (urmă)	0,3160 m
6	ţol vienez (policar)	0,0263 m

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 8

Tabel comparativ al măsurilor vechi

Metru	Stînjen românesc Şerban-Vodă	Stînjen românesc Constantin-Vodă	Stînjen moldovenesc	Arşin (stînjen din Dobrogea)	Cot Muntenia	Cot Moldova	Cot Moldovenesc Halep	Cot din Dobrogea numit cotul bazarului	Cot mic din Dobrogea Endaze
1	0,508518	0,495050	0,448430	1,319261	1,50602	1,56985	1,45327	1,47059	1,53846
1,9665[1])	1	0,972515	0,881839	2,594327	2,96160	3,08713	2,85787	2,86250	3,02385
2,020	1,027206	1	0,905830	2,66491	3,04217	3,17112	2,93562	2,97088	3,10769
2,230	1,133994	1,103960	1	2,941953	3,35843	3,50079	3,24081	3,27955	3,43077
0,758	0,385456	0,375248	0,339910	1	1,14157	1,18995	1,10174	1,11471	1,16615
0,664	0,337656	0,328713	0,297758	0,87599	1	1,04237	0,96498	0,97647	1,02153
0,637	0,323926	0,315347	0,285650	0,84037	0,95934	1	0,92574	0,93676	0,98000
0,688	0,349911	0,340644	0,308565	0,90765	1,03630	1,08069	1	1,01176	1,05846
0,680	0,345791	0,336634	0,304933	0,89710	1,02410	1,06750	0,98837	1	1,04615
0,650	0,330535	0,321782	0,291480	0,85752	0,97892	1,02978	0,94478	0,95588	1

[1]) De la 1864

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 9

Unităţi de lungime engleze şi americane

Nr. crt.	Denumirea unităţii	Simbol	Valoarea în SI	
1	inch	in	0,0254	m
2	foot = 12 in	ft	0,3048	m
3	yard = 3 ft	yd	0,9144	m
4	fathom = 2 yd	fm	1,8288	m
5	pole, rod sau perch = 5,5 yd	po	5,0292	m
6	chain = 4 po = 66 ft	ch	20,1168	m
7	furlong = 220 yd = 40 po	fur	201,168	m
8	statute mile (m. terestră) = 8 fur	ml	1609,344	m
9	nautical mile (mila marină)	nml	1853,181	m
10	nautical leagne (leghe marină) = 3,454 ml	—	5509,55	m

— *rază la ecuator a Pămîntului*, unitate tolerată = 6 378,388 km;
— *unitate astronomică*, unitate tolerată = 149 500 × 10^6 m.

Unităţi de lungime tipografice [1]) în afară de cele din S.I.
— *punct tipografic*, unitate tolerată = 0,375 mm;
— *cicero*, unitate tolerată = 12 puncte = 4,5 mm;
— *cuadrat*, unitate tolerată = 4 cicero = 48 puncte = 18 mm.

Unităţi de lungime cizmăreşti [2]), în afară de cele din S.I.
— *punct cizmăresc*, unitate tolerată = 2/3 cm = 6,67 mm.

B. *MIJLOACE DE MĂSURARE PENTRU LUNGIMI*

a. Măsuri terminale

Măsuri terminale: măsuri a căror valoare reprezintă distanţa dintre suprafeţele de măsurare perpendiculare pe axa măsurii.

Distingem:

— *cale plan paralele:* măsuri terminale în formă de placă sau de bară; se folosesc la păstrarea şi reproducerea unităţii de măsură, gradarea şi verificare a mijloacelor de măsurare, punerea la zero a aparatelor de măsurat comparatoare etc. Lungimea unei cale este valoarea exprimată în milimetri, înscrisă pe una din suprafeţele ei.

Calele plan paralele au lungimi nominale standardizate, aşa cum se indică în tabelele 10, 11 şi 12.

---

[1]) Unităţile tipografice au fost stabilite convenţional.
[2]) În ţara noastră, deşi încă tolerate, unităţile cizmăreşti au fost înlocuite cu unităţile S.I.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 10

Serii de cale cu dimensiuni nominale crescătoare

Raţia seriei mm	Dimensiuni nominale, *L*, mm									
0,001	1*)	1,001 1,01	1,002	1,003	1,004	1,005	1,006	1,007	1,008	1,009
	1 *)	1,01*)	1,02	1,03	1,04	1,05	1,06	1,07	1,08	1,09
	1,1	1,11	1,12	1,13	1,14	1,15	1,16	1,17	1,18	1,19
0,01	1,2	1,21	1,22	1,23	1,24	1,25	1,26	1,27	1,28	1,29
	1,3	1,31	1,32	1,33	1,34	1,35	1,36	1,37	1,38	1,39
	1,4	1,41	1,42	1,43	1,44	1,45	1,46	1,47	1,48	1,49
	1,5									
	—	—	—	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0,1	1 *)	1,1*)	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
	2									
0,5	0,5*)	1 *)	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	0
10	10*)	20	30	40	50	60	70	80	90	1 100
25	100*)	125	150	175	200	—	—	—	—	—
50	50*)	100*)	150*)	200	250	300	—	—	—	—
100	100*)	200*)	300*)	400	500	600	700	800	900	1 000

Tabela 11

Serii de cale cu dimensiuni nominale descrescătoare

Raţia seriei mm	Dimensiuni nominale, *L*, mm									
0,001	1 *) 0,99	0,999	0,998	0,997	0,996	0,995	0,994	0,993	0,992	0,991
0,01	1*) 0,9	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91

Tabela 12

Seria specială de cale, 0,4—0,5 mm

Raţia seriei mm	Dimensiuni nominale, *L*, mm									
0,01	0,40*) 0,50*)	0,41	0,42	0,43	0,44	0,45	0,46	0,47	0,48	0,49

Observaţie: Dimensiunile din tabelele 10, 11, 12, care sînt însemnate cu semnul *) au fost repetate numai în scopul de a reprezenta seriile complete.

În tabela 13 sînt indicate metodele pentru determinarea lungimii mediane şi abaterile limită ale temperaturii în timpul determinării, precum şi formula erorilor tolerate.Calele plan-paralele se verifică în conformitate cu Instrucţiunile 74-65.

Scanned with OKEN Scanner

Metode pentru determinarea lungimii mediane a calelor plan-

Cale de ordinul	Formula erorilor maxime la determinarea lungimii mediane (L în mm, iar erorile în μm)	Metoda de determinare	Dimensiunea nominală a calei pentru care metoda poate fi aplicată, L, mm
I	$\pm(0{,}05 + 0{,}5 \cdot 10^{-3}L)$	Metoda absolută de interferență pentru determinarea lungimii mediane, în lungimi de undă	$L \leqslant 1\,000$
II	$\pm(0{,}07 + 1 \cdot 10^{-3}L)$	Metoda comparativă de interferență pentru determinarea lungimii mediane, în raport cu cale de ordinul I.	$L \leqslant 1\,000$
III	$\pm(0{,}1 + 2 \cdot 10^{-3}L)$	a) Metoda tehnică de interferență pentru determinarea lungimii mediane în raport cu cale de ordinul II.	$L \leqslant 100$
		b) Metoda comparativă pentru determinarea lungimii mediane cu aparatul de măsurat, în raport cu cale de ordinul II.	$100 < L \leqslant 1000$
IV	$\pm(0{,}2 + 3{,}5 \cdot 10^{-3}L)$	a) Metoda tehnică de interferență pentru determinarea lungimii mediane, în raport cu cale de ordinul III	$L \leqslant 100$

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 13

paralele și abaterile limită ale temperaturii în timpul determinării

Diferențe maxime la lungimea calelor comparate, pentru care metoda poate fi aplicată, mm	Abateri limită de la temperatura de referință de 20 °C în + °C				
	Dimensiuni nominale L, mm				
	$L \leqslant 2$	$2 < L \leqslant 5$	$5 < L \leqslant 10$	$10 < L \leqslant 100$	$100 < L \leqslant 1000$
—	2	1	0,5	0,2	0,1
—	2	1	0,5	0,2	0,1
±0,0015	3	1,5	1	1	0,5
±0,1	3	1,5	1	1	0,5
±0.0015	4	3	2	1	1

Scanned with OKEN Scanner

Cale de ordinul	Formula erorilor maxime la determinarea lungimii mediane (L în mm, iar erorile în μm)	Metoda de determinare	Dimensiunea nominală a calei pentru care metoda poate fi aplicată, L, mm
		b) Metoda comparativă pentru determinarea lungimii mediane cu aparatul de măsurat, în raport cu cale de ordinul III	$100 < L \leqslant 1\,000$
V	$\pm(0{,}5 + 5 \cdot 10^{-3} L)$	a) Metoda comparativă pentru determinarea lungimii mediane cu optimetrul în raport cu cale de ordinul IV	$L \leqslant 250$
		b) Metoda comparativă pentru determinarea lungimii mediane cu aparatul de măsurat, în raport cu cale de ordinul IV	$L \leqslant 1\,000$
VI	$\pm(1{,}0 + 10 \cdot 10^{-3} L)$	a) Metoda comparativă pentru determinarea lungimii mediene cu optimetrul, în raport cu cale de ordinul V	$L \leqslant 250$
		b) Determinarea lungimii mediane cu optimetrul	

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 13 (continuare)

Diferențe maxime la lungimea calelor comparate, pentru care metoda poate fi aplicată, mm	Abateri limită de la temperatura de referință de 20 °C, în ± °C.				
	Dimensiuni nominale, L mm,				
	$L \leqslant 2$	$2 < L \leqslant 5$	$5 < L \leqslant 10$	$10 < L \leqslant 100$	$100 < L \leqslant 1\,000$
±0,1	4	3	2	1	1
± 0,1	5	4	3	2	2
±0,1	5	5	5	4	3

Scanned with OKEN Scanner

— *calibre netede pentru alezaje şi arbori:* măsuri terminale pentru verificarea dimensiunilor, a formelor şi a poziţiei reciproce a pieselor. Distingem:

— c a l i b r e n o r m a l e, ale căror elemente de măsurare corespund dimensiunilor nominale ale pieselor, abaterile dimensiunilor fiind evaluate după modul de asamblare a calibrului cu produsul (piesele) şi după gradul de rezistenţă cu care acestea se asamblează. Verificarea cu aceste calibre este subiectivă, depinzînd de simţurile persoanei care face verificarea. Se întrebuinţează foarte rar, necesitînd personal de control cu calificare înaltă.

— c a l i b r e l i m i t a t i v e, care servesc la verificarea dimensiunilor limită (maximă şi minimă) ale pieselor. Sînt construite din două părţi: „trece" (T) care trebuie să treacă peste, sau prin, piesa ce se verifică şi „nu trece" (NT), care nu trebuie să treacă peste, sau prin, piesa ce se verifică. Folosirea nu necesită personal cu calificare înaltă.

În tabela 14 sînt indicate calibrele netede pentru verificarea alezajelor şi limitele lor de măsurare, precum şi standardele respective, iar, în tabela 15, calibrele netede fixe pentru arbori, iar în tabela 16 cele reglabile.

Calibrele sînt prevăzute cu următoarele inscripţii:

— diametrul (dimensiunea) nominal, urmat de simbolul poziţiei de toleranţe (ex. 12 JE);

— simbolul calibrului şi abaterile limită (ex. T 12/NT 12,015);

— emblema fabricii producătoare, seria şi anul de fabricaţie, temperatura de referinţă "20°C" şi standardul de dimensiuni respectiv.

La calibrele cu mînere, inscripţiile se aplică pe mînere, iar la cele inel, pe cele două feţe ale calibrului.

Calibrele se verifică de organele de verificare ale întreprinderilor în fiecare schimb, la predarea la magazia de distribuire a sculelor.

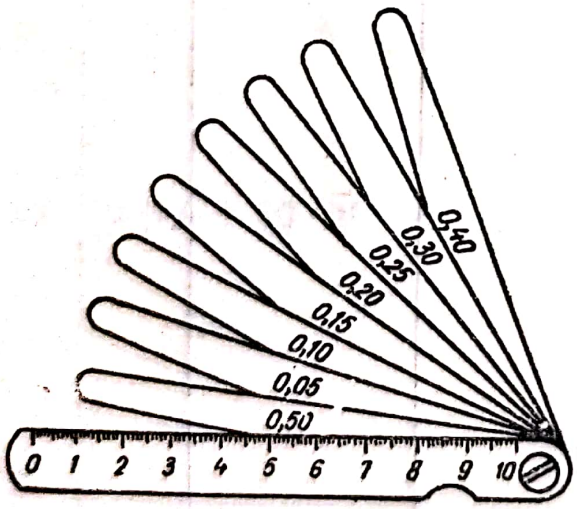


Fig. 4. Serie de spioni.

În general, duritatea feţelor de măsurare trebuie să fie 56...64 *HRC*.

— *spioni:* (sonde, lere) măsuri terminale în formă de lamă (fig. 4). Servesc la verificarea jocului dintre două suprafeţe prelucrate (ex. jocul dintre

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 14

Calibre netede, fixe, pentru alezaje

Denumirea	Limite de măsurare mm	STAS
1. Calibre tampon obișnuit		
a) simple „trece“	1... 50	
b) simple „nu trece“	1... 50	
c) simple „trece“ și „nu trece“	6... 50	2981-52
c) duble „trece “ și „nu trece“	1... 50	
2. Calibre tampon cu șurub de fixare		
a) simple „trece“	30...100	
b) simple „nu trece“	30...100	3433-52
c) duble „trece“ și „nu trece“	30...100	
3. Calibre tampon plat		
a) duble „trece“ și „nu trece“	18...100	3633-52
b) simple „trece“ și „nu trece“	50...310	
4. Calibre tampon incomplet		
a) cu mîner „trece“	50...150	
b) cu mîner „nu trece“	50...150	4350-54
c) cu plăci protectoare „trece“	150...360	
c) cu plăci protectoare „nu trece“	150...360	
5. Calibre vergea cu capete sferice		
a) „trece“	260...1 000	3634-53
b) „nu trece“	80...1 000	

Tabela 15

Calibre netede, fixe, pentru arbori

Denumirea	Limite de măsurare mm	STAS
1. Calibre plate		
a) Furcă dublă „trece“ și „nu trece“	1... 50	
b) Furcă simplă „trece“ și „nu trece“	1... 80	2991-52
c) Potcoavă plată „trece“ și „nu trece“	1... 180	
2. Calibre matrițate (turnate)		
a) Potcoavă „trece“ și „nu trece“	3... 50	
b) Potcoavă cu mîner „trece“ și „nu trece“	50...180	3507-52
c) Potcoavă cu plăci aplicate „trece“ și „nu trece“	100...310	

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 16

Calibre netede, reglabile, pentru arbori

Denumirea	Limite de măsurare mm	STAS
1. Calibre reglabile potcoavă „trece" și „nu trece"	3...310	—
2. Contracalibre tampon	1... 18	2750-51
3. Contracalibre tampon disc	18...100	3797-53
4. Contracalibre tampon incomplet	100...325	2750-51

dinții roților dințate ce se angrenează) și la verificarea abaterii de la planeitate a ghidajelor mașinilor unelte, a diferitelor suprafețe ale pieselor prelucrate etc. Se execută în serii (garnituri) de 6...16 lame, lungimea lor putînd fi de 50, 100 sau 200 mm.

În tabela 17 sînt indicate abaterile limită ale spionilor de la grosimea nominală.

Tabela 17

Abateri limită la grosimea spionilor

Grosimea nominală mm	Abateri limită (spioni cl. I) în μm
De la 0,03 la 0,06	+ 5
De la 0,06 la 0,10	+ 6
De la 0,10 la 0,18	+ 8
De la 0,18 la 0,30	+ 9
De la 0,30 la 0,50	+11
De la 0,50 la 0,80	+13
De la 0,80 la 1,00	+15

Verificarea obligatorie (de stat) potrivit Instrucțiunilor D.G.M.S.I. se face numai la fabricație, import și după fiecare reparație (verificări inițiale), după care se verifică numai de organele de verificare ale întreprinderii beneficiare.

Scanned with OKEN Scanner

b. Măsuri cu repere

Măsuri cu repere: măsuri a căror valoare reprezintă distanţa dintre două repere trasate perpendicular pe axa măsurii. Pot fi numai cu două repere (ex. metrul prototip naţional) sau cu mai multe repere (ex.riglele de măsurat) în care caz distanţa dintre primul reper (zero) şi reperul final reprezintă limita de măsurare (L). Distingem:

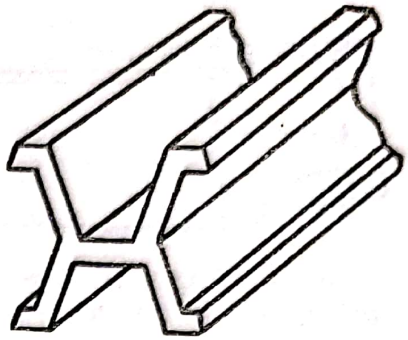


Fig. 5. Secţiunea transversală a metrului etalon prototip, internaţional.

— *metrul etalon prototip internaţionl* [1]: bară de 1020 mm lungime, cu secţiunea în formă de X înscrisă într-un patrat cu latura 20 mm (fig. 5) executat dintr-un aliaj de platină şi iridiu (90% platină şi 10% iridiu). La ambele capete ale suprafeţei superioare, în planul neutru, care teoretic nu suferă nici o variaţie de lungime în cazul unei deformaţii, sînt trasate pe porţiuni ovale şlefuite cîte trei repere avînd grosimea 6...8 μm la distanţa de 0,5 mm unul de altul, care sînt traversate de două repere longitudinale distanţate unul de altul cu 0,2 mm. Distanţa dintre reperele mijlocii este egală cu 1 m la temperatura de 0°C şi presiunea atmosferică normală. În timpul comparaţiilor cu prototipurile naţionale, era sprijinit pe doi suporţi în formă de cilindri metalici de 10 mm ¡ diametru punţile de sprijin fiind situate la distanţa de 571 mm unul de altul (punţile lui Bessel-Airy), corespunzătoare flexiunii minime.

— *metrul etalon prototip naţional:* identic iniţial cu metrul etalon prototip internaţional, de care actualmente se deosebeşte prin trasarea reperelor şi anume, prezintă: la un capăt două repere longitudinale şi unul transversal, la celălalt două repere longitudinale şi două transversale, iar la distanţa de 500 mm încă un reper auxiliar. Primul reper de la cel de al doilea capăt serveşte pentru distanţa de 1 m la 0°C, iar al doilea, la 20°C. Grosimea reperelor este de cca 2 μm. Are numărul 6 c. Se află în păstrarea O.S.M. (I.M.). Ne-a fost atribuit în 1889 de către prima Conferinţă Generală de Măsuri şi Greutăţi, prin tragere la sorţi. Serveşte ca etalon naţional (et. principal ord. I, pînă la dotarea cu etalonul luminos). Perioada dintre etalonări este de max. 18 luni;

— *metrul etalon principal de ord. II* [2] (etalon de lucru): are secţiune

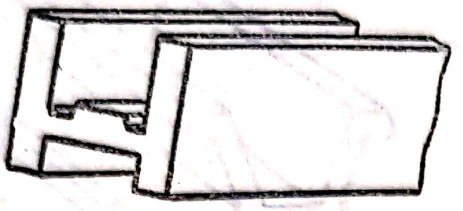
---

[1]) Metrul etalon prototip internaţional, a fost înlocuit cu metrul luminos (vezi definiţia, tabelul 2). Conform unei rezoluţii ale Conferinţei a XI-a, se păstrează la Sèvres în aceleaşi condiţii ca cele de pînă acum.

[2]) O.S.M. (I.M.) posedă un astfel de etalon (rigla H nr. 46 SIP-Geneva), precum şi un decimetru etalon principal de ord. II şi scări gradate etalon care asigură precizia de 10^{-7} m.

Scanned with OKEN Scanner

transversală în formă de H (fig. 6), este executat din aliaj, oțel + 44% nichel și este divizat de la 0 la 100 cm din milimetru în milimetru. La stînga reperului 0 și la dreapta reperului 100 este trasat cîte un milimetru suplimentar divizat din 0,1 mm în 0,1 mm. Pe toată lungimea, mai prezintă



. 6. Secțiunea transversală a metrului etalon de ord. II.

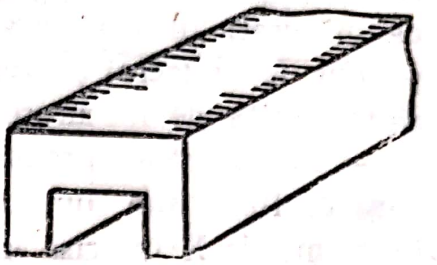


Fig. 7. Secțiunea transversală a riglei etalon de ord. III.

două repere longitudinale paralele perpendiculare pe reperele transversale. Asigură o precizie de 10^{-7} m. Se compară cu prototipul național din 3 în 3 ani;

— *riglă etalon principal de ord. III :* are secțiune transversală în formă de II (fig. 7) este construită din oțel inoxidabil și este divizată din mm în mm. Asigură o precizie de 10^{-6} m;

— *rigle geodezice* de 3 și 4 m, etalon principal de ordine III, se construiesc din invar, au secțiunea în formă de H. și asigură precizia de 10^{-5} m.

— *panglică de invar de 50 m*, etalon de ord. 3, asigură precizia de 10^{-5} m;

— *rigle etalon de verificare*: au secțiune patrată sau II, sînt construite din oțel inoxidabil și asigură precizia de 10^{-5} m.

Ca etaloane de verificare se folosesc și microscoape universale, de atelier, mașini de măsurat, comparatoare etc., cu precizia de 10^{-6} saù 10^{-5} m.

Transmiterea unității de măsură de la prototipul național pînă la etaloanele de verificare inclusiv, se face prin comparări (etalonări), prin metoda diferenței cu ajutorul comparatoarelor care, în general, sînt alcătuite din două părți principale și anume o parte destinată pentru susținerea etaloanelor care se compară, constituită dintr-o cutie susținută de un cadran care se poate deplasa în direcție transversală sau longitudinală și o parte constituită din două microscoape cu micrometre oculare, prevăzute cu un fir reticular imobil și o pereche mobilă de fire întinse pe o sanie cuplată cu un șurub micrometric de înaltă precizie. Comparatoarele pot fi:

— t r a n s v e r s a l e, la care pentru comparări sania se deplasează perpendicular pe axele etaloanelor;

Scanned with OKEN Scanner

— longitudinale, la care sania se deplasează paralel cu axele etaloanelor [1];

— *rigle rigide și flexibile*: dimensiunile obligatorii ale riglelor metalice rigide folosite în R.S.R. sînt indicate în tabela 18, în care b este grosimea, h înălțimea, l distanța pînă la primul reper, l_1 porțiunea gradată din 0,5 în 0,5 mm pînă la reperul 0 (numai la execuția A).

Tabela 18

Lungimea părții gradate	Rigle de control				Rigle de lucru					
	Execuția A				Execuție B			Execuție C		
	b	h	l	l_1	b	h	l	b	h	l
	mm									
500	15	15	10	10	6	30	10	5	25	10
1 000	20	20	10	10	8	40	10	6	30	10
1 500	25	25	15	10	8	40	10	6	30	10
2 000	25	25	15	10	10	50	10	8	40	10
3 000	—	—	—	—	10	50	15	8	40	15
4 000	—	—	—	—	12	60	15	10	50	15
5 000	—	—	—	—	14	70	15	12	60	15

În uz se găsesc și rigle rigide de 100; 200; 250 și 300 mm.

Abaterile de la dimensiunile prescrise pentru riglele rigide nu trebuie să depășească valorile din tabela 19.

Tabela 19

Felul riglei		b	h	l
		mm		
Rigle de control	Execuția A	±0,1	±0,1	±0,5
Rigle de lucru	Execuția B	±0,2	±0,2	±1
	Execuția C	±0,2	±0,2	±1

Abaterile de la planeitate și de la paralelism ale feței gradate și ale feței de măsurare ale riglelor rigide, nu trebuie să depășească valorile din tabela 20.

[1]) Se construiesc pentru așezarea fie în paralel, fie în serie (unul după altul) a etaloanelor. Ultima soluție este cea mai utilizată, întrucît conduce la erori mai mici.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 20

Lungimea părții gradate l mm	Rigle de control	Rigle de lucru	
	Execuția A	Execuția B	Execuția C
	µm		
500	30	70	140
1 000	50	120	240
1 500	70	170	340
2 000	90	220	440
3 000	—	320	640
4 000	—	420	840
5 000	—	520	1 000

Abaterea de la perpendicularitate a feței gradate față de fața de măsurare (la riglele cu secțiune pătrată sau dreptunghiulară) nu trebuie să depășească $\pm 25^c$ (4/1 000).

Unghiul dintre fața gradată și fața de măsurare, la cele cu secțiune trapezoidală trebuie să fie constant și cuprins între 20^g și 30^g (330/1 000 ..510/1 000) abaterea tolerată fiind $\pm 25^c$ (4/1 000).

Riglele metalice flexibile pot avea următoarele lungimi ale părții gradate: 100; 200; 300; 500; 1 000; 1 500 și 2 000 mm.

Erorile tolerate la riglele metalice sînt indicate în tabela 21. Au fost stabilite pentru temperatura de referință de 20°C.

Dacă verificarea nu se face la 20°C, se ține seama de coeficienții de dilatație ai riglelor, folosind relația:

$$L_{20} = \frac{L_t}{1 + (\alpha_v - \alpha_e)\,(t - 20)}$$

în care:

L_{20} este lungimea de la temperatura 20°C;

L_t — lungimea de la temperatura t°C la care se face verificarea;

α_v — coef. de dilat. al riglei ce se verifică ($\alpha_v = 11{,}5$ µm pe metru și grad Celsius pentru riglele de oțel)

α_e — coef. de dilat. al riglei cu care se face comparația.

Verificarea exactității diviziunilor se face:

— pentru riglele cl. 1 de fabricație, cu o riglă etalon de verificare de ordin superior, pe comparator, la lungimea totală și la fiecare decimetru, cîte patru determinări pentru fiecare reper și se ia media;

— pentru toate celelalte clase, cu o riglă etalon de verificare, prin comparare directă și citirea cu o lupă, la lungimea totală și la două repere

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 21

Lungimea măsurată la verificare mm	Clasa de fabricație			
	1	2	3	4
	mm			
sub 100	±10	±20	± 50	±100
100	±11	±22	± 55	±110
200	±12	±24	± 60	±120
300	±13	±26	± 65	±130
400	±14	±28	± 70	±140
500	±15	±30	± 75	±150
600	±16	±32	± 80	±160
700	±17	±34	± 85	±170
800	±18	±36	± 90	±180
900	±19	±38	± 95	±190
1 000	±20	±40	±100	±200
1 100	±21	±42	±105	±210
1 200	±22	±44	±110	±220
1 300	±23	±46	±115	±230
1 400	±24	±48	±120	±240
1 500	±25	±50	±125	±250
1 600	±26	±52	±130	±260
1 700	±27	±54	±135	±270
1 800	±28	±56	±140	±280
1 900	±29	±58	±145	±290
2 000	±30	±60	±150	±300

intermediare pentru fiecare metru sau fracțiune de metru, cîte două determinări pentru fiecare reper și se ia media. Marcarea se face prin gravare sau poansonare.

— *metri riglă de lemn:* servesc la măsurarea țesăturilor. Prezintă două fețe gradate, două fețe libere și două fețe terminale, gradarea fiind din cm în cm, reperele 0 și 100 coincizînd cu fețele terminale care sînt protejate cu colțare de protecție. Gradarea și marcarea cu cifre se face prin presare în lemn. Se admite la lungimea totală o curbură cu o săgeată de max. 5 mm iar la paralelismul fețelor ± 1 mm. Eroarea tolerată la indicații este de ± 0,5 mm la distanțele dintre două repere și +1 mm la distanța

Scanned with OKEN Scanner

dintre reperul zero şi oricare alt reper de pe metrul-riglă. Verificarea justeţei indicaţiilor se face fie prin comparaţie cu un dublu-metru etalon cu călcîi, citirea făcîndu-se cu vernierul (sau cu o lupă), fie prin comparaţie cu un metru etalon, citirea făcîndu-se cu ajutorul unei lupe de măsurat, în conformitate cu prevederile din Instrucţiunile nr. 15—59. Condiţiile de construcţie în STAS 3144-61.

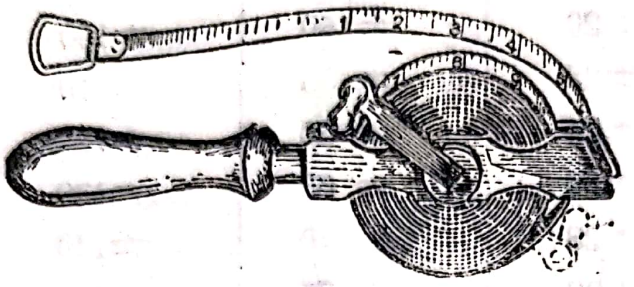


Fig. 8. Ruletă minieră.

— *metru şi dublu-metru articulat:* servesc la măsurări curente. Pot fi articulaţi cu arc (execuţia A) [1] sau fără arc (execuţie B). Sînt alcătuiţi din cîte 5 sau 10 lamele de lungimi egale, gradarea fiind din milimetru în milimetru. Condiţii de construcţie în STAS 3189-61.

Eroarea tolerată la lungimea totală este:
— pentru metrul articulat ± 1 mm;
— pentru dublu-metrul articulat ± 2 mm;
Erorile tolerate la diviziuni sînt:
— la 1 cm, ± 0,3 mm;
— la lungimea dintre reperele din dreptul articulaţiilor, ± 1 mm.

Verificarea se face în conformitate cu prevederile instrucţiunilor 16—59.

Marcarea se face pe ambele feţe gradate, în spaţiul liber al primului decimetru.

— *panglici de măsurat, rulete mari şi panglici topografice:* măsuri de lungime cu repere şi cu valori multiple, în formă de benzi înguste [2], din oţel sau din textile, cu sau fără inserţii metalice, cu lungimea nominală [3] de cel puţin 5 metri. Distingem:

— r u l e t e o b i ş n u i t e d e o ţ e l (folosite la măsurări curente) şi r u l e t e m i n i e r e (fig. 8) (folosite la măsurări topografice miniere). Lungimile nominale şi erorile tolerate pentru lungimea nominală la o întindere cu o forţă de 29,43 N(3 kgf) (sau cea înscrisă de fabricant) de fiecare milimetru pătrat de secţiune a benzii şi la temperatura de 20°C sînt indicate în tabela 22. Pentru lungimi intermediare se admit erorile indicate în tabela 23. Banda de măsurare trebuie să aibă lăţimea 12... 16 mm, grosimea de 0,15...0,25 mm şi să fie gradată sau numai în centimetri, sau mixt, în centimetri şi (parţial sau total), în milimetri,

---

[1] Dubli-metri articulaţi se execută numai cu arc.
[2] Cînd sînt înfăşurate în spirală şi au un capăt fixat la un dispozitiv de strîngere, se numesc rulete.
[3] Lungimea dintre reperele extreme.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 22

Felul panglicii	Lungimea nominală m	Erori tolerate mm
Rulete obişnuite din oţel	5	±2
	10	±3
	20	±4
	25	±5
	50	±8,5
Rulete miniere	20	—1...+3
	30	—2...+4
	50	—3...+6

Tabela 23

Felul panglicii	Lungimi m	Erori tolerate mm
Rulete obişnuite din oţel	5	±2
	10	±3
	15	±3,5
	20	±4
	25	±5
	30	±6
	35	±7
	40	±7,5
	45	±8
Rulete miniere	5	—1...+1
	10	—1...+2
	15	—1...+3
	20	—1...+3
	25	—1,5...+3,5

numerotarea fiind din 10 în 10 cm. Reperele trebuie să fie în relief şi să aibă grosimea de 0,5 ± 0,1 mm, lungimea celor mai mici trebuind să fie minimum 5 mm;

— rulete de ţesătură textilă, cu sau fără inserţii metalice (folosite la măsurări curente). Lungimile nominale şi erorile tolerate pentru lungimea nominală la o întindere cu o forţă de 7,848 N (0,800 kgf) şi la temperatura de 20 ± 5°C, sînt indicate în tabela 24. Pentru lungimile intermediare se admit erorile indicate în tabela 25.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 24

Felul panglicii	Lungimea nominală m	Erori tolerate mm
Rulete de țesătură textilă simplă	5	±4
	10	±5
	20	±6
Ruletă de țesătură textilă cu inserții metalice longitudinale	5	±3
	10	±4
	20	±5

Tabela 25

Felul panglicii	Lungimi intermediare m	Erori tolerate mm
Rulete de țesătură textilă simplă	5	±4
	10	±5
	15	±5,5
Rulete de țesătură textilă cu inserții metalice longitudinale	5	±3
	10	±4
	15	±4,5

Banda de măsurare, se țese direct la lățimea de minimum 17 mm. Alungirea elastică nu trebuie să depășească 0,1% pentru o sarcină suplimentară de 4,9 N (500 gf). Banda de măsurare se gradează ca la cele din oțel și trebuie să fie divizată în centimetri, primii 10 cm putînd fi gradați și în milimetri;

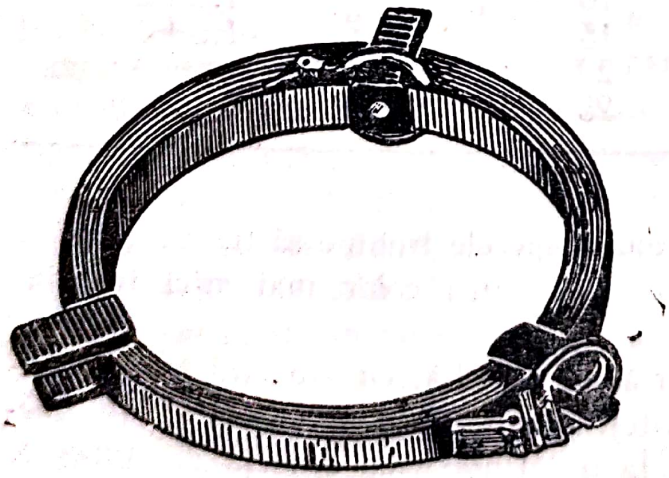


Fig. 9. Panglică topografică.

— panglici topografice (fig. 9) (folosite în măsurări topografice miniere). Lungimile nominale și erorile tolerate pentru lungimea nominală la o întindere de 29,43 N (3 kgf) (sau cea înscrisă de fabricant) de fiecare milimetru pătrat de secțiune a benzii și la temperatura de 20°C sînt indicate

Scanned with OKEN Scanner

în tabela 26. Erorile tolerate pentru lungimile intermediare sînt indicate în tabela 27.

Banda de măsurare trebuie să aibă lăţimea de 12,5...20 mm, grosimea de 0,4...0,6 mm şi să fie divizată în decimetri. Reperele decimetrice se fac prin perforarea benzii cu găuri cu diametrul de 2...3 mm cen-

Tabela 26

Lungimea nominală m	Eroarea tolerată mm
10	±1,5
20	±3
50	±6

Tabela 27

Lungimi intermediare m	Erori tolerate mm
5	±1
45	±5

trate pe limitele diviziunilor, iar cele corespunzătoare metrilor se înseamnă prin plăci metalice din alamă sau cupru, cele din 5 în 5 m fiind ceva mai mari decît cele din metru în metru, nituite centrat prin găurile respective. Reperele jumătăţilor de metru se înseamnă printr-un nit de alamă, prevăzut de fiecare parte cu cîte o şaibă, iar limitele scării gradate prin cîte un romb. Numerotarea reperelor se face din metru în metru prin cifre decupate sau în relief. Numerotarea reperelor, pe cele două feţe, se face în sens invers. Panglicile topografice sînt prevăzute la extremităţi cu inele de întindere cu diametrul de 33 ± 1 mm, cele de 10 şi 20 m putînd avea, în loc de inele, trăgătoare pentru întinderea cu mîna. Se verifică iniţial, şi din 2 în 2 ani, conform prevederilor din Instrucţiunile 53-59. Verificarea se face dela o „bază de verificare" şi anume din 5 în 5 m, pe fiecare faţă gradată, începînd de la un capăt cu reperul 5, apoi 10, 15, 20 şi 25, după care se aşază panglica invers şi se începe cu reperul 50, apoi 45, 40 etc., pînă la reperul 25. Pentru ruletele de 10 şi 20 m verificarea se face numai la reperele extreme şi numai pe o faţă a benzii de măsurare. La benzile de oţel se face corecţia de temperatură, socotind 11,5 μm pe metru de bandă de oţel şi pe grad Celsius de temperatură faţă de 20°C. Corecţia este pozitivă pentru temperaturi mai mici de 20°C şi negativă pentru temperaturi mai mari de 20°C. Se adaugă

Scanned with OKEN Scanner

algebric la diferența dintre reperul benzii și reperul corespunzător al bazei.

Marca de verificare se aplică la ruletele cu panglică de oțel și cele miniere pe nitul de aramă de la extremitățile benzii sau pe manivela de strîngere, la cele de țesătură textilă pe capătul liber al benzii sau pe manivela de strîngere, iar la panglicile topografice pe montura inelelor de întindere;

— panglici de măsurat pentru croitorie și cizmărie, sînt benzi înguste de pînză impregnată, pe care sînt trasate scări gradate. Condițiile de execuție pentru cele de croitorie sînt date în STAS 5863-61, iar pentru cele de cizmărie, în STAS 3875-53. Dimensiunile cu abaterile admise sînt indicate în tabela 28.

Tabela 28

Dimensiuni	Panglica de măsurat	
	Pentru croitorie mm	Pentru cizmărie mm
Lungime	$1\,500 \begin{matrix}+0\\-3\end{matrix}$	$600 \begin{matrix}+0\\-1{,}2\end{matrix}$
Lățime	20 ± 1	$12 \begin{matrix}+1\\-0\end{matrix}$

Panglicile nu trebuie să se întindă mai mult de 2‰ cînd sînt întinse cu o forță de 7,848 N (0,800 kgf).

Panglicile pentru cizmărie pe o față sînt gradate și numerotate din centimetru în centimetru, iar pe cealaltă în puncte cizmărești, un punct cizmăresc fiind egal cu 6,67 mm. Atît la cele pentru croitorie, cît și la fața în centimetri a celor pentru cizmărie, primii 10 cm sînt divizați în milimetri.

La panglicile pentru cizmărie, ceilalți centimetri pot fi divizați din 5 în 5 mm. Numerotarea se face pe ambele fețe, în același sens.

Verificarea exactității se face la fabricare (inițial) pentru lungimea totală, pentru distanța între reperul zero și un reper intermediar și pentru diviziuni intermediare.

Eroarea tolerată la lungimea totală este de —3 mm la cele pentru croitorie și —1,2 mm la cele pentru cizmărie, eroarea pentru un reper intermediar —2‰ iar pentru o diviziune eroarea ±0,3 mm.

Se verifică cu un dublu-metru etalon de verificare, în conformitate cu prevederile Instrucțiunilor 38-59. Se verifică numai inițial. Marca

Scanned with OKEN Scanner

BIBLIOTECA Centrală Regională IAȘI

de verificare se aplică prin poansonare pe întăriturile metalice de la capete;

— *mire*: măsuri folosite la determinarea indirectă a distanțelor, a diferențelor de nivel în nivelmente, materializarea punctelor topografice în măsurări goniometrice etc. Distingem:

— mire topografice obișnuite, se confecționează din lemn de molid și sînt din două bucăți pliante de cîte 2 m fiecare, prinse între ele prin balamale. Cele două jumătăți în poziția de utilizare trebuie să fie perfect în prelungire. Se construiesc potrivit condițiilor din STAS 3618-58;

— mire topografice forestiere, sînt alcătuite din două jumătăți pliante de cîte 1,5 m, confecționate din lemn de molid, prinse între ele prin balamale. Se construiesc potrivit condițiilor din STAS 5438-56.

Mirele topografice obișnuite și forestiere, se gradează pe o singură față, în diviziuni de cîte un centimetru, grupate în decimetri, plasați alternativ în dreapta și stînga axei verticale. Diviziunile se aplică pe un fond alb cu culorile negru și roșu (cu negru la primul și al treilea metru, restul cu roșu). Diviziunile în decimetri se marchează și printr-un reper suplimentar, orizontal, în partea negradată;

— mire de nivelment obișnuite (fig. 10), sînt formate dintr-o singură bucată, au lungimea de 3 m, sînt confecționate din lemn de molid, sînt gradate pe ambele fețe din cm în cm grupați în dm alternînd în dreapta și stînga axului mirei: pe o față toate sînt de culoare neagră pe fond alb, iar pe cealaltă de culoare roșie, tot pe fond alb. Pentru fața unde diviziunile sînt toate de culoare neagră, numerele care indică decimetri cu soț sînt aplicate la stînga axei veriticale, iar cele care indică decimetri fără soț la dreapta, iar pe fața cu roșu invers. Numerotarea se face cu cifre arabe, pe fața cu diviziunile de culoare neagră numerotarea este cu negru, de la 0 la 29 și anume la primul metru vor fi scrise cu zero înainte (01; 02 etc.), la metrul al doilea cu cifra 1 înainte (11, 12 etc.) la metrul al treilea, cu cifra 2 înainte (21, 22 etc.), iar pe fața cu diviziunile roșii, numerele sînt scrise tot cu roșu, numerotarea începînd de la 47 pînă la 76 după aceeași regulă. Condițiile constructive sînt indicate în STAS 6660-62. Erorile tolerate la mirele topografice obișnuite sînt indicate în tabela 29. Verificarea exactității scării gradate se face cu ajutorul unui metru etalon de verificare, abaterile estimîndu-se cu o lupă de măsurare. La mirele de nivelment, distanța dintre extremitatea primei diviziuni decimetrice a scării și baza mirei trebuie să fie de $17 \pm 0{,}5$ mm.

Rectilinitatea se verifică față de o sîrmă subțire întinsă între extremități. Dimensiunile celelalte se verifică cu un șubler obișnuit (1/10).

Scanned with OKEN Scanner

Verificarea se face inițial, după reparații și din 3 în 3 ani, în conformitate cu prevederile Instrucțiunilor 164-61;

— mire de nivelment cu bandă de invar (se folosesc la nivelmente de ord. 1 și 2), au lungimea de 3 m, banda de invar

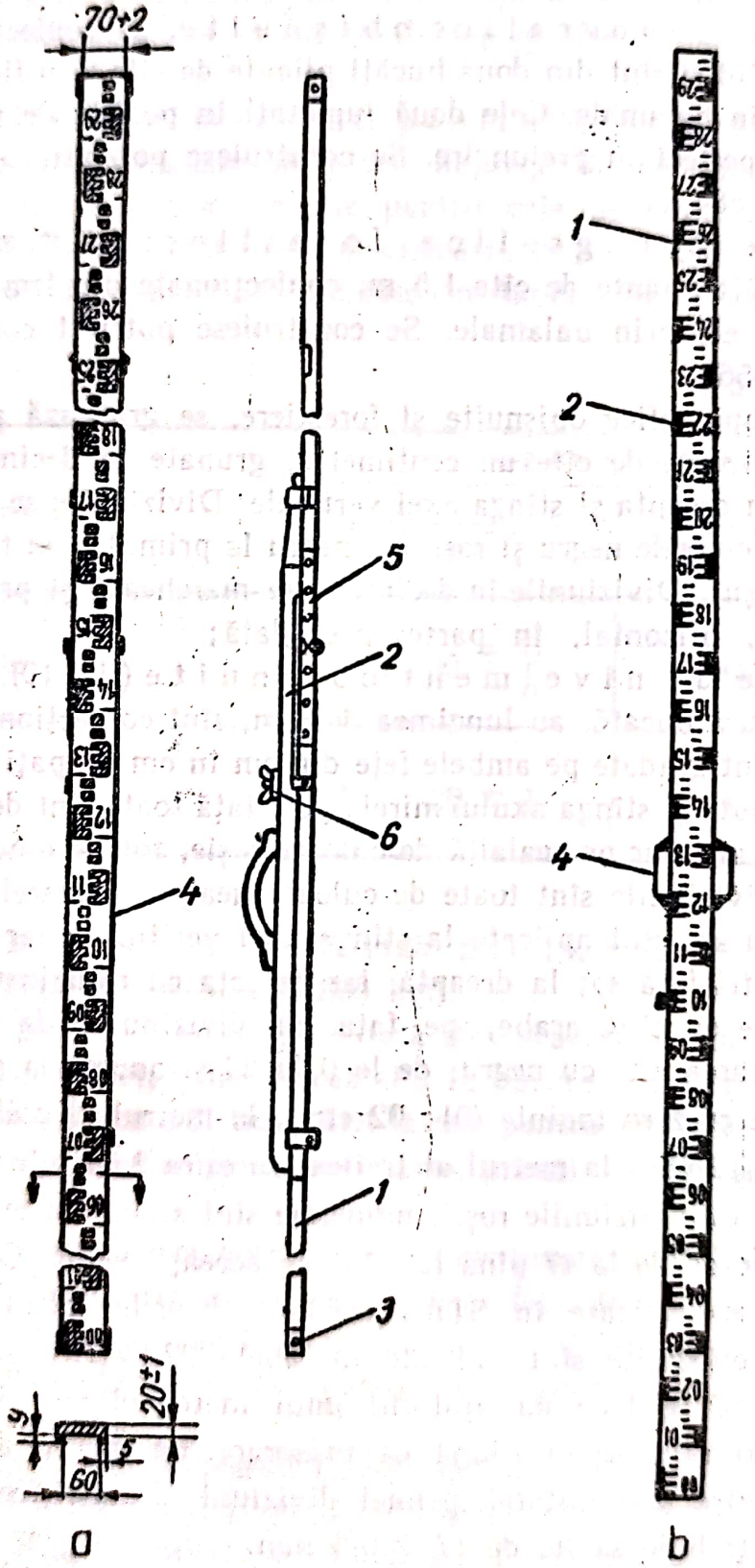


Fig. 10. Mire:
a — topografică; *b* — de nivelment.

Tabela 29

Specificare	Mire topografice şi forestiere mm	Mire de nivelment obişnuite mm
La o diviziune de 1 cm	0,3	0,1
La o diviziune de 1 dm	0,5	0,2
La lungimea de 1 m	0,75	0,5
La lungimea totală a mirei	1,25	1,0
Abaterea de la rectilinitate în poziţie de utilizare	10	5

este fixată pe corpul mirei într-o scobitură, la capătul zero fiind fixată de armătura de bază cu ajutorul unui ştift, cel de al doilea fiind prins de un şurub pentru reglarea tensiunii de întindere pentru lucru prin intermediul unui arc. Tensiunea de întindere este 19,62 N (2 kgf) . Lăţimea vizibilă a benzii este minimum 2 mm. Pe banda de invar, pe un fond alb, sînt gradate două scări, deplasate una de alta cu 2,5 mm, iar distanţa între axele a două scări este de 5 mm. Diviziunile sînt marcate cu repere triunghiulare alungite, cu vîrful îndreptat spre axa mirei, cele decimetrice fiind mai mari de două ori decît cele din 5 în 5 cm. Triunghiurile mici sînt înlocuite la unele mire, cu puncte. Mirele tip Wild pot avea şi alte diviziuni. Verificarea se face cu metru-etalon de verificare [1]) şi microscop Brinell cu valoarea diviziunii 0,01 mm. (Se poate executa şi cu catetometru). Tensiunea benzii se verifică cu dinamometru, tensionînd arcul pînă cînd dinamometrul indică tensiunea prescrisă. Dacă tensiunea diferă mai mult cu 1/20 din tensiunea prescrisă, se reglează cu ajutorul şurubului de reglaj. Verificările se execută la temperatura de 20 ± 2°C, în camere, unde atît mira de verificat, cît şi etalonul se aduc cu cel puţin 2 ore înainte. Verificarea se face iniţial şi din 3 în 3 ani, în conformitate cu prevederile Instrucţiunilor 168-62.

c. Aparate de măsurat simple cu cursor

Aparate de măsurat simple, cu cursor: aparate constituite dintr-o riglă prevăzută la un capăt cu un cioc sau un braţ şi un cursor cu aceeaşi lungime ca a ciocului (sau braţului), dimensiunile măsurîndu-se între feţele interioare ale ciocului (sau braţului) şi ale cursorului; pot fi fără vernier (aparate simple fără vernier) sau cu vernier (aparate simple cu vernier);

[1]) Verificarea scării gradate se poate face şi cu o panglică etalon de 3 m prevăzută cu dispozitive speciale de prindere.

Scanned with OKEN Scanner

— *aparate simple fără vernier*: se construiesc din lemn sau metal, forma şi dimensiunile particularizîndu-se în funcţie de destinaţie. Distingem:

— clupe forestiere cu cursor metalic (fig. 11) folosite la măsurarea pe teren a diametrului arborilor şi a trunchiurilor arborilor tăiaţi. Rigla are două gradaţii, cea de sus din centimetru în

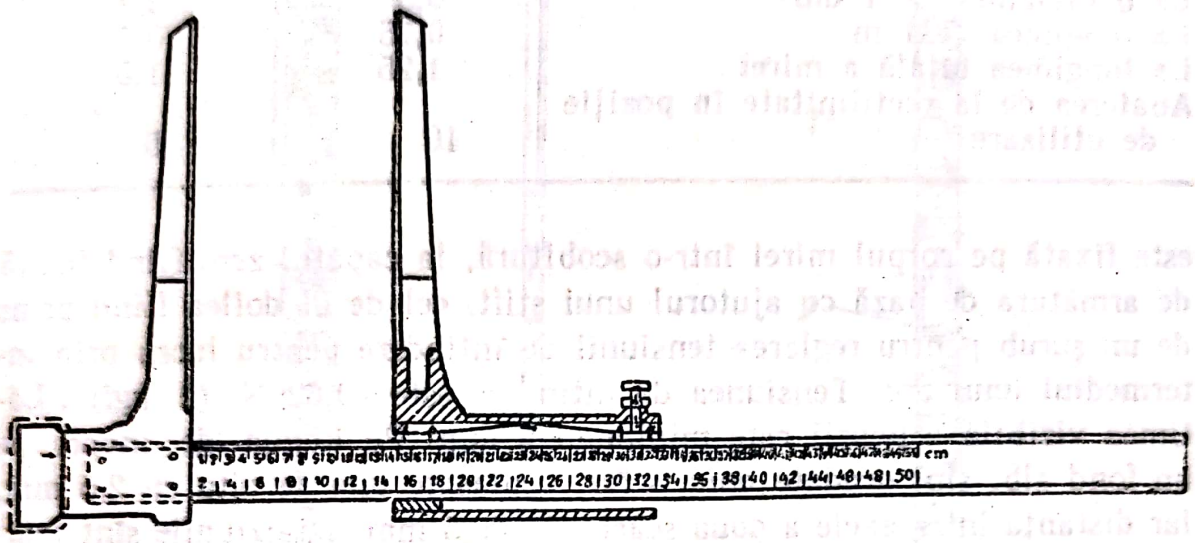


Fig. 11. Clupă forestieră cu cursor metalic.

centimetru cu o abatere limită de 0,1 mm iar cea de jos din 2 în 2 cm (varianta I) sau din 4 în 4 cm (varianta II). Cele din lemn se construiesc în conformitate cu prevederile din STAS 2727-60 iar cele metalice conform STAS 3643-61. Reperele trebuie să fie egale între ele şi de lungime egală cu 0,35 din lăţimea braţului şi cursorului; erorile tolerate la indicaţii sînt indiate în tabela 30. Verificarea lungimii braţe-

Tabela 30

Lungimea utilă a riglei cm	Lungimea braţului şi cursorului cm	Erori tolerate la indicaţii mm
50	30	1
75	45	1
100	60	2

lor riglei şi cursorului se face cu o riglă de control de 500 sau 1 000 mm. Verificarea menţinerii paralelismului se face prin 7 alunecări ale cursorului în lungul riglei, după care alăturînd cele două braţe, să nu existe o depărtare între vîrfuri mai mare de 2 mm. Verificarea unghiului de

Scanned with OKEN Scanner

încastrare a riglei se face cu un raportor [1]) de diametru mare, abaterea limită a unghiului față de 90° fiind de ± 0°30′. Verificarea indicațiilor se face cu calibre tampon din oțel, cu lungimea de 4 cm, 36 cm, 70 cm și 96 cm. Calibrele se așază lîngă riglă, apoi între vîrfurile brațului și cursorului. Nu trebuie să fie o diferență mai mare de 2 mm. Verificarea se face inițial și anual, conform prevederilor din Instrucțiunile 18-59.

— clupe de buzunar folosite la măsurarea grosimii scîndurilor în vederea sortării. Se confecționează din lemn, conform STAS 4886-55, din metal, sau materiale plastice, cu limita de măsurare $L =$ $= 100$ mm sau $L = 150$ mm, scara gradată fiind trasată în milimetri și numerotată din centimetru în centimetru. Unghiul dintre fața de măsurare a ciocului riglei și riglă trebuie să fie 90° ± 30′. Cînd clupa este închisă, reperul zero de pe riglă trebuie să coincidă cu reperul imprimat pe cursor sau cu suprafața de măsurare a acestuia. Abaterea de la coincidență nu trebuie să depășească 0,1 mm. Eroarea tolerată pe întreaga lungime a scării gradate este ± 0,5 mm, verificarea indicațiilor făcîndu-se cu o riglă metalică clasa 2 de fabricație (execuție B, conform STAS 2426-55). Verificarea se face inițial și anual, în conformitate cu prevederile instrucțiunilor 52-59.

— zoometre, folosite la măsurarea înălțimii, lungimii și lățimii animalelor (fig. 12). Se confecționează conform prevederilor din STAS 1630-50. Se compun dintr-un tub de lemn pe care alunecă cursorul, o tijă metalică (de secțiune pătratică) pe care sînt imprimate, pe fiecare față, cîte o scară gradată, una pentru înălțime gradată de la 105 la 205 cm, una pentru înălțimi mici, de la 5 la 105 cm, una pentru lungimi de la 100 la 200 cm, și una pentru lățimi, de la 0 la 100 cm, reperele fiind din centimetru în centimetru, iar numerotarea din 5 în 5 cm. Abaterea limită a fiecărei scări gradate este de $2‰$. Abaterea admisă de la paralelism a lamelelor este ± 3 mm, iar eroarea tolerată față de indicația măsurii etalon este de + 5 mm. Verificarea justeței indicațiilor se face cu calibre tampon, de 136, 170 și 190 cm pentru scara 105 la 205 cm, și de 36, 70 și 96 cm, pentru scara de la 5 la 105 cm și pentru scara de la 0 la 100 cm. Verificarea se face inițial, în conformitate cu prevederile instrucțiunilor 29-59.

---

[1]) În lipsa raportorului mare, se poate utiliza o planșetă pe marginea căreia se aplică brațul riglei, apoi pe marginea riglei se trage o dungă cu creionul. Se repetă operația rotind clupa cu 180° și trăgînd o nouă linie. Unghiul dintre urmele de creion nu trebuie să depășească 0°30′, măsurarea făcîndu-se cu un raportor mic.

Scanned with OKEN Scanner

— *aparate simple, cu vernier* [1]) particularizate constructiv pentru măsurări de dimensiuni exterioare, interioare sau de adîncimi, denumite în general şublere. Distingem:

— ş u b l e r e o b i ş n u i t e, pentru dimensiuni exterioare şi interioare (fig. 13) putînd avea limita superioară de măsurare L egală cu (100), 150, 200, 300, (400), 500, (600), 800, 1 000 şi (1 500) mm, fabri-

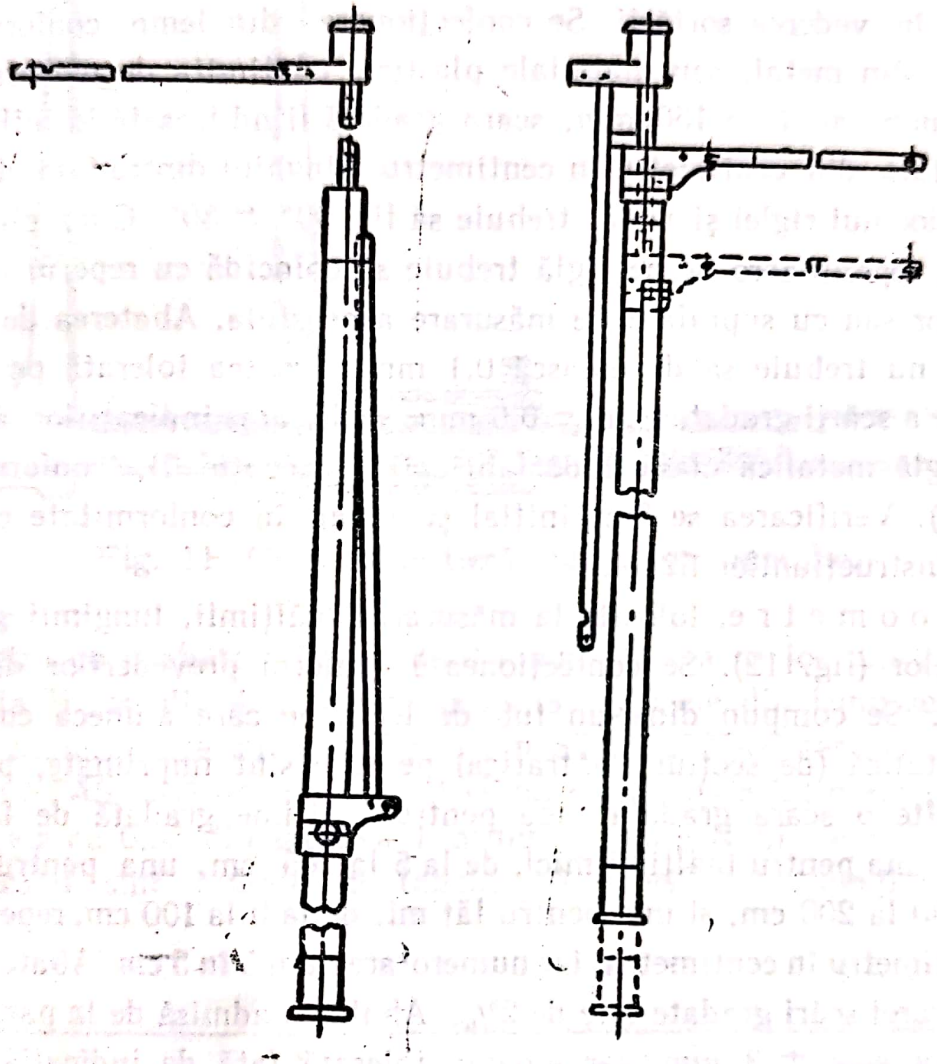


Fig. 12. Zoometru.

[1]) Scara auxiliară trasată pe cursor. Are 10, 20 sau 50 de diviziuni egale cu 9/10, 19/20 sau 49/50 din valoarea diviziunii scării de pe rigla aparatului, adică o diviziune este mai mică cu 0,1, 0,05 sau 0,02 mm decît o diviziune de pe rigla gradată în milimetri. La citire, reperul zero al vernierului ne indică numărul întreg de milimetri de pe riglă, iar zecimile, respectiv sutimile de milimetru sînt date de pe reperul de pe vernier care se află în prelungirea unui reper de pe riglă. La şublerele 1/10 fracţiunea care trebuie adăugată este numărul de ordine al reperului de pe vernier care aflat în prelungirea reperului de pe riglă, la cele 1/20 acest număr trebuie înmulţit cu 0,05 iar la cele 1/50, înmulţit cu 0,02.

Scanned with OKEN Scanner

carea celor cu valorile înscrise în paranteză trebuind pe cît posibil evitată, iar precizia de citire 1/10 (0,10 mm), 1/20 (0,05 mm) sau 1/50 (0,02 mm). Se fabrică potrivit prevederilor din STAS 1373/55. Lungimea ciocurilor lungi nu trebuie să fie inferioară valorilor din tabela 31.

Grosimea capetelor ciocurilor lungi pentru măsurări interioare trebuie să aibă valorile din tabela 32. Raza suprafețelor ciocurilor pentru măsurări interioare trebuie să fie mai mică de 0,5 din grosimea ciocurilor. Rigla este gradată peste limita superioară de măsurare L, cu un număr suplimentar de repere, egal cu acela al vernierului. Valoarea unei diviziuni este 1 mm, iar numerotarea din 10 în 10 mm.

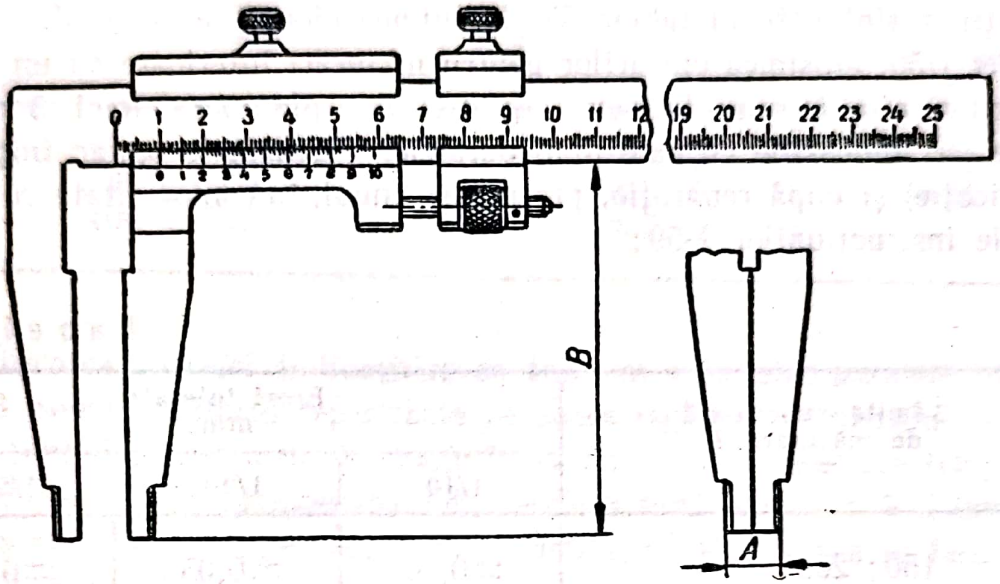


Fig. 13. Şubler obişnuit.

Tabela 31

Limita superioară de măsurare L mm	Lungimea ciocurilor lungi B mm
(100); 150	35
200	45
300; (400); 500; (600)	60
800; 1 000	80
(1 500)	120

Tabela 32

Limita superioară de măsurare L mm	Grosimea ciocurilor A mm	Abateri limită la grosimea ciocurilor, la şublerele		
		1/10 mm	1/20 mm	1/50 mm
(100); 150; 200	10	±0,03	±0,02	±0,01
300; (400); 500	20			
(600); 800; 1 000	30			
(1 500)	40			

Scanned with OKEN Scanner

Grosimea reperelor de pe scara gradată şi vernier trebuie să fie în limitele 0,08...0,20 mm la cele cu precizie de citire 1/10, 0,08...0,15 mm la cele 1/20 şi 0,06...0,12 mm la cele 1/50, iar diferenţa dintre grosimile tuturor reperelor să nu depăşească 0,05 mm la cele 1/10, 0,03 mm la cele 1/20 şi 0,02 mm, la cele 1/50. Fanta de lumină dintre suprafeţele de măsurat ale ciocurilor lungi cînd acestea sînt alăturate, nu trebuie să depăşească 0,006 mm la şublerele 1/10 şi 0,003 mm la cele 1/20 şi 1/50 iar cînd şurubul de fixare este strîns, dublul valorilor de mai sus la cele cu limita de măsurare $L < 300$ mm (adică 0,012 mm) la cele 1/10 şi 0,008 la cele 1/20 şi 1/50, şi pentru $L > 300$ mm. Erorile tolerate ale indicaţiilor sînt date în tabela 33. Lungimea ciocurilor se verifică cu un şubler 1/50, grosimea ciocurilor pentru măsurări interioare cu un micrometru cu pîrghie sau minimetru reglat cu cale plan paralele cl. 3 de precizie iar indicaţiile cu cale plan paralele. Verificările se fac iniţial (la fabricaţie) şi după reparaţie, precum şi anual, în conformitate cu prevederile instrucţiunilor 1-59;

Tabela 33

Limita superioară de măsurare L mm	Erori tolerate mm		
	1/10	1/20	1/50
150; 200	±0,10	±0,05	±0,02
300; (400); 500	±0,10	±0,05	±0,03
(600); 800; 1 000	±0,15	±0,075	±0,04
(1500)	±0,15	±0,075	±0,05

— şublere de adîncime (fig. 14) au limita superioară de măsurare L de 100, 125, 150, 200, 250, 300, 400 sau 500 mm şi precizia de citire 1/10 (0,1 mm) sau 1/50 (0,02 mm); valoarea unei diviziuni

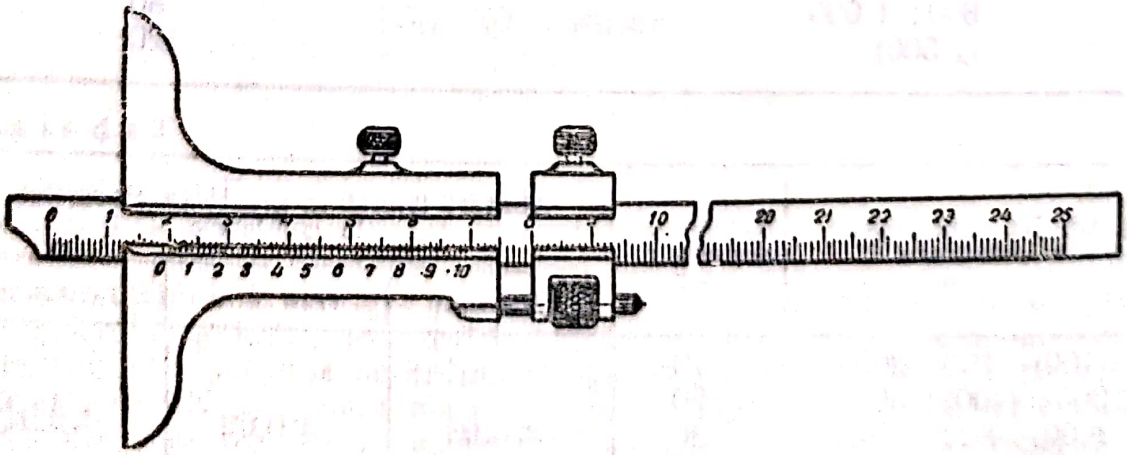


Fig. 14. Şubler de adîncime.

Scanned with OKEN Scanner

de pe riglă 1 mm, grosimea reperelor 0,08...0,20 mm la cele 1/10 şi 0,06... 0,12 mm la cele 1/50, diferenţa dintre grosimile reperelor nedepăşind 0,05 mm la şublerele 1/10 şi 0,02 mm la cele 1/50. Detaliile constructive sînt indicate în STAS 3648-53. Gradarea, ca la şublerele obişnuite.

Erorile tolerate ale indicaţiilor sînt arătate în tabela 34.

Tabela 34

Limita superioară de măsurare, L	Erorile tolerate mm	
	1/10	1/50
pînă la 200	±0,10	±0,02
250 şi 300	±0,10	±0,03
400 şi 500	±0,15	—

Verificarea justeţei indicaţiilor se face cu cale plan paralele în cel puţin 3 puncte uniform repartizate pe scara riglei şi vernierului la şublerele 1/10 şi în cel puţin 6 puncte la şublerele 1/50. Abaterea temperaturii încăperii faţă de temperatura de referinţă 20°C este de ± 3°C (numai la şublerele 1/50, la cele 1/10 nefiind limitată). Verificarea se face iniţial (fabricaţie şi după reparaţie) precum şi anual, în conformitate cu prevederile din instrucţiunile 23-59;

— şublere de trasaj (fig. 15), folosite în industria constructoare de maşini la operaţiile de trasaj se execută pentru limita superioară de măsurare L egală cu 300, 500, 800 şi 1 000 mm, cu precizia de citire 0,10 mm, 0,05 mm şi 0,02 mm. Condiţiile generale sînt date în STAS 6468-61. Lungimile ciocului de trasaj şi ale ciocului de măsurare, precum şi masa bazei, trebuie să fie cel puţin egale cu valorile indicate în tabela 35.

Tabela 35

Limita superioară de măsurare L mm	Lungimea minimă a ciocului de trasaj T mm	Lungimea minimă a ciocului de măsurare mm	Masa minimă a bazei kg
300	40	81	1,5
500	70	90	3
800	100	120	5
1 000	100	120	7

Scanned with OKEN Scanner

Suprafața plană a cursorului pe care se află scara gradată a vernierului, trebuie să fie înclinată cu aproximativ 30° și să se termine cu o margine dreaptă cu grosimea de maximum 0,20 mm la șublerele cu precizia de citire 0,10 mm și 0,15 mm la celelalte.

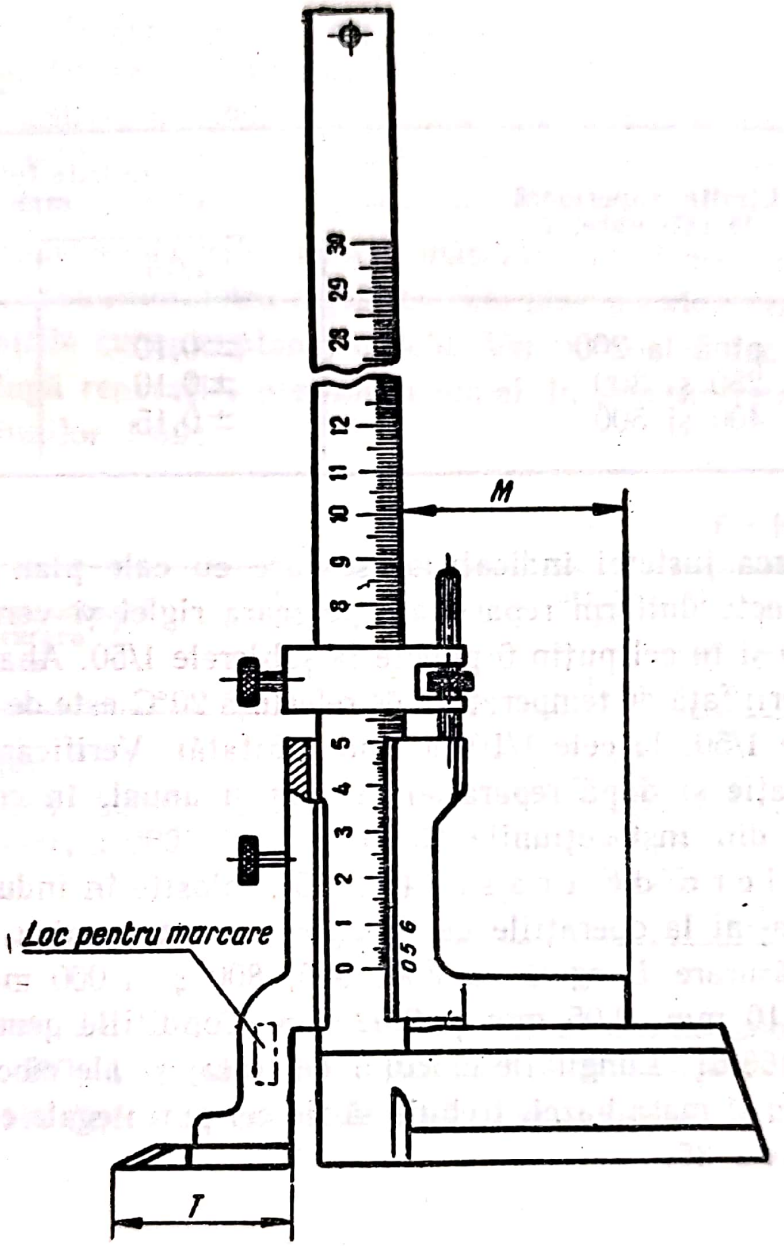


Fig. 15. Șubler de trasaj.

Rugozitatea suprafeței de sprijin a bazei, a suprafețelor de măsurare ale bazei și ciocului de măsurare va fi de 0,4 μm, conform STAS 5730-57. Condițiile pentru scara gradată și vernier, ca și pentru fanta de lumină, sînt aceleași ca pentru șublerele obișnuite. Abaterea de la planeitate a suprafeței de măsurare, a ciocului de măsurare, cît și a suprafeței de sprijin și de măsurare a bazei, nu trebuie să depășească 0,002 mm la 100 mm la șublerele cu precizia de citire 0,02 mm, 0,010 mm la 100 mm pentru cele cu precizia de citire 0,05 mm și 0,10 mm, iar aba-

Scanned with OKEN Scanner

terea de la paralelism, 0,003 mm la 100 mm la şublerele cu precizia de citire 0,02 mm, 0,005 mm la 100 mm, la cele cu precizia de citire 0,05 mm şi 0,010 mm la 100 mm la cele cu precizia de citire 0,10 mm.

Erorile tolerate ale indicaţiilor sînt indicate în tabela 36. Verificarea paralelismului dintre suprafaţa de sprijin şi suprafaţa de măsurare a bazei se face cu un minimetru cu valoarea diviziunii 0,005 mm pentru şublerele 1/10 şi cu un minimetru cu valoarea diviziunii 0,002 mm, pentru celelalte. Verificarea indicaţiilor se face cu cale plan-paralele, după ce

Tabela 36

Limita superioară de măsură, L mm	Abateri limită, în mm, pentru şublerele de trasaj cu precizia de citire		
	0,02 mm	0,05 mm	0,10 mm
300	±0,02	±0,05	±0,1
500	±0,02	±0,05	±0,1
800	—	—	±0,1
1 000	—	—	±0,1

s-a făcut controlul coincidenţei reperului zero al riglei cu cel al vernierului. La cele cu precizia de citire 1/10 se face în trei puncte, stabilite prin împărţirea limitei superioare la 3 şi rezultatul (fără partea zecimală) se multiplică cu 1, 2 şi 3, la valorile obţinute adăugîndu-se 0,3, 0,6 şi 0,9 mm (ex.: la un şubler cu $L = 500$ mm verificarea indicaţiilor se face la 163,3 mm, 332,6 mm şi 498,9 mm) iar la celelalte, în 6 puncte ale scării şi vernierului, stabilite prin împărţirea limitei superioare de măsurare la 6, după care cîtul se multiplică cu 1, 2, 3, 4, 5 şi 6 şi se adaugă 0,16, 0,32, 0,48, 0,64, 0,80 şi 0,96 mm (ex.: la un şubler 1/50 cu $L = 500$ mm, punctele unde se face verificarea sînt 83,16 mm, 166,32 mm, 249,48 mm, 332,64 mm, 415,80 mm şi 498,96 mm), temperatura încăperii fiind 20 ± 3°C.

Verificarea se face iniţial şi anual, conform prevederilor din instrucţiunile 184-63;

— **şublere pentru roţi dinţate** (fig. 16), folosite la măsurarea grosimii dintelui la roţile dinţate cu profilul în evolventă, sînt formate din două rigle *1* şi *2* perpendiculare între ele şi se construiesc în două tipuri, unele pentru roţile dinţate cu modulul de la 1...18 mm şi altele pentru $m = 5...35$ mm. Riglele sînt gradate în milimetri şi sînt prevăzute cu cîte un cursor cu vernier *4* şi *5*.

Solidară cu cursorul *4* este rigla *3* care se reglează la înălţimea prevăzută în tabele speciale privind măsurarea grosimii dintelui pe coarda

Scanned with OKEN Scanner

cercului de divizare (primitiv). Verificarea indicațiilor se face cu cale plan-paralele sau calibre speciale. Condițiile constructive, erorile și verificarea, sînt aceleași ca la șublerele obișnuite.

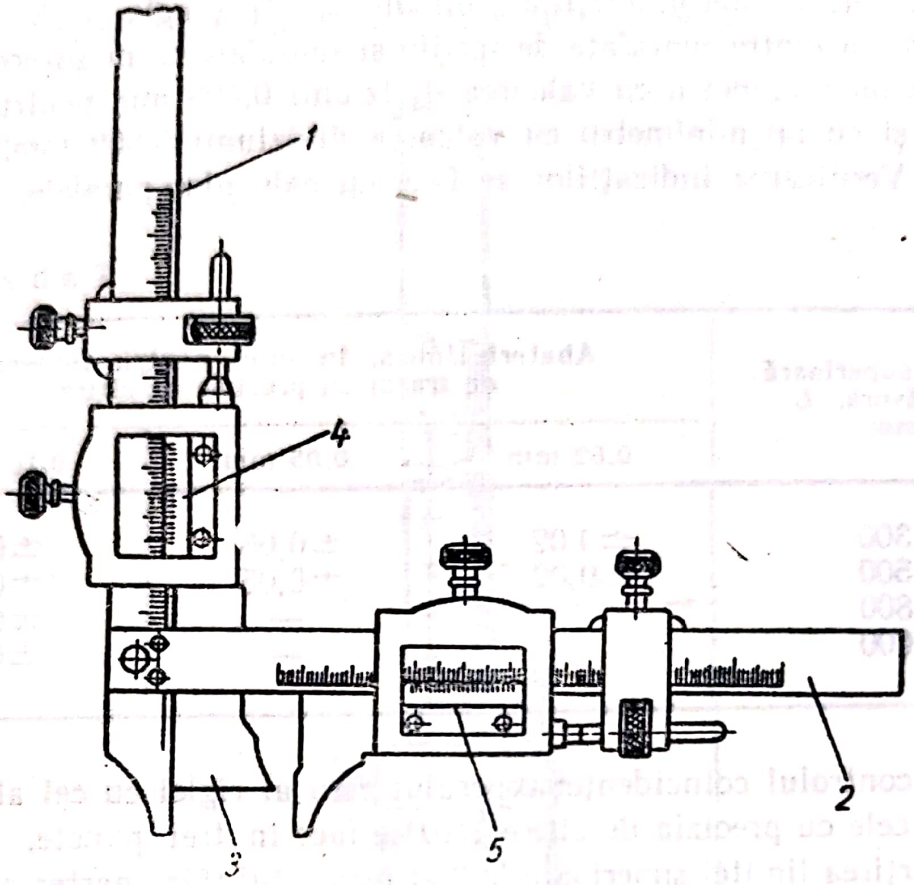


Fig. 16. Șubler pentru roți dințate.

d. Aparate cu șurub micrometric

Aparate cu șurub micrometric, denumite micrometre, bazate pe folosirea unor piese prevăzute cu filet, care transformă rotirea unui șurub micrometric într-o deplasare liniară. Au valoarea diviziunii de 0,01 mm. În funcție de destinație, prezintă diferite particularități constructive. Distingem [1]):

— *micrometre de exterior*, care după diametrul nominal d al tijei șurubului micrometric se împart în micrometre de tip ușor, la care $d = 6$ mm și micrometre de tip greu, la care $d = 8$ mm; după cursa de măsurare a șurubului micrometric se împart în micrometre cu cursa de 10 mm, de 15 mm (numai tip ușor) și de 25 mm, iar după limita superioară de măsurare L, în micrometre cu $L = 10$ mm, $L = 15$ mm (numai tip ușor), $L = 25$ mm, $L = 50$; 75; 100...500 mm din 25 în 25 mm și micrometre cu limita superioară schimbabilă. După clasa de fabricație pot fi de clasa 1 și clasa 2 iar după destinație pot fi:

[1]) Tipuri reprezentative.

Scanned with OKEN Scanner

— micrometre pentru măsurări obişnuite (fig. 17) care se utilizează pentru dimensiuni cu toleranţe de 0,03 mm sau mai mari [1]) şi se construiesc în conformitate cu prevederile din STAS 1374-55. Au următoarele părţi principale: potcoava *1*, braţul cilindric *2*, nicovala *3*, tija şurubului micrometric *4*, tamburul *5*, dispozitivul de fixare *6* şi

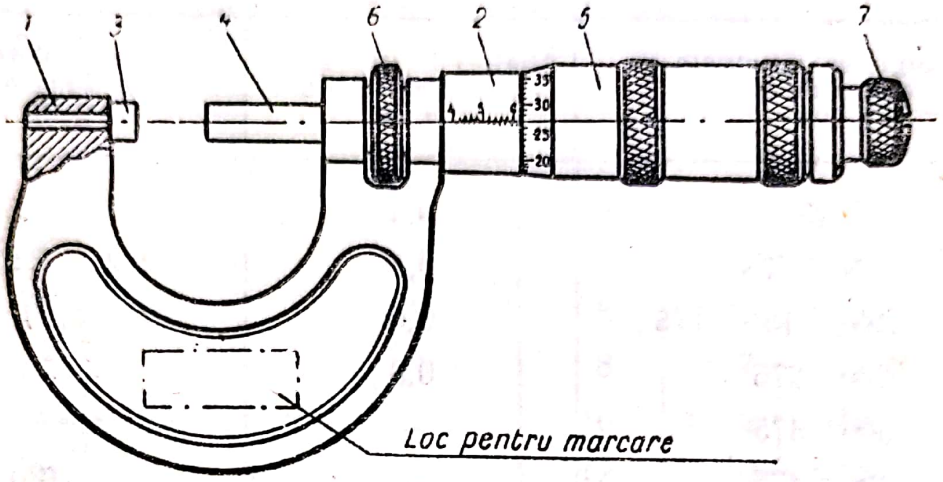


Fig. 17. Micrometru obişnuit.

dispozitivul pentru limitarea apăsării *7*. Braţul cilindric este prevăzut cu o scară gradată care are ca bază un reper longitudinal trasat într-un plan axial aproximativ perpendicular pe planul potcoavei iar perpendicular pe acest reper sînt trasate reperele milimetrice şi pentru jumătăţi de milimetru. Pe partea conică a tamburului sînt trasate 50 repere echidistante prelungite pînă la marginea inelară a tamburului. Grosimea la toate reperele este de 0,20 ± 0,05 mm, diferenţa dintre grosimile reperelor de pe tambur şi cel longitudinal de pe braţul cilindrului nu trebuie să depăşească 0,05 mm. Lungimea minimă a reperelor scării gradate pe braţul cilindric este de 3 mm la cele numerotate şi 1,5 mm la cele pentru milimetri şi jumătăţi de milimetru, iar a celor numerotate pe tambur de 4 mm (şi 2 mm la celelalte). Grosimea marginii inelare a extremităţii părţii conice a tamburului este 0,20 ± 0,05 mm. Aceste micrometre sînt prevăzute cu dispozitiv pentru înlăturarea cursei moarte, dispozitiv pentru reglarea poziţiei tamburului faţă de tija şurubului micrometric, dispozitiv pentru limitarea apăsării care este de 6,867 ± 1,962 N (0,700 ± ± 0,200 kgf) şi dispozitiv de blocare a tijei şurubului micrometric. Micrometrele $L > 25$ mm sînt însoţite de cale de reglare, cele cu lungimea nominală pînă la 300 mm avînd suprafeţe de măsurare fie plan-paralele fie sferice, cele mai mari de 300 mm, numai suprafeţe sferice.

---

[1]) La dimensiuni cu toleranţe mai mici de 0,05 mm, evaluarea jumătăţii de sutime de milimetru este obligatorie.

Scanned with OKEN Scanner

Abaterile de la lungime ale calelor de reglare şi de plan-paralelism sînt indicate în tabela 37.

Eroarea pasului şurubului micrometric: cel mult 0,5 μm/pas. Abaterea tolerată la diametrul nicovalei şi al tijei şurubului micrometric este de —0,03 mm. Jocul dintre tambur şi braţul cilindric nu trebuie să depă-

Tabela 37

Lungimea nominală a calelor de reglare mm	Abateri limită de la plan-paralelism μ m	Erori tolerate la lungime μ m
25	0,4	± 1,5
50; 75	0,5	±2,0; ±2,5
100; 125; 150 175;	0,6	±3,0; 4,0
200...275	0,8	± 5,0
300...375	—	± 7,0
400...475	—	± 9,0
500...575	—	±11,0
600...675	—	±13,0
700...775	—	±15,0
800...875	—	±17,0
900...975	—	±19,0

şească 0,3 mm. Abaterile de la planitate şi plan-paralelism ale suprafeţelor de măsurare şi erorile tolerate la indicaţii nu trebuie să depăşească valorile din tabela 38. Verificarea grosimii şi lungimii reperelor se face cu o lupă de măsurat în trei regiuni ale scării de pe braţul cilindric şi la patru repere de pe cadran aşezate la 90° unul de altul. Jocul dintre tambur şi braţul cilindric se măsoară prin diferenţa diametrelor braţului cilindric, care se măsoară cu un micrometru cu pîrghie şi diametrul interior al tamburului (după ce şurubul a fost deşurubat din potcoavă), care se măsoară cu un micrometru de interior. Grosimea marginii inelare a extremităţii conice a tamburului se măsoară cu o lupă de măsurat. Diametrul nicovalei şi tijei şurubului micrometric se măsoară cu un micrometru. Verificarea planităţii suprafeţelor de măsurare se face cu o sticlă plană. Abaterea se calculează ca la suprafeţele şublerelor obişnuite. Verificarea plan-paralelismului suprafeţelor de măsurare la micrometrele cu L pînă la 100 mm se face cu truse de sticle plan-paralele eşalonate din 0,125 în 0,125 mm, pentru micrometrele cu L = = 25 mm grosimea celor patru sticle plan paralele fiind de la 12 la

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 38

Limita superioară L mm	Abaterile limită ale suprafeţelor de măsurare				Erori tolerate la indicaţii μm		Erori datorite deformării potcoavei μm
	de la planitate		de la paralelism				
	Benzi interf.	μm	Benzi interf.	μm			
	cl. 1 şi 2	cl. 1 şi 2	cl. 1 şi 2	cl. 1 şi 2	cl. 1	cl. 2	cl. 1 şi 2
25			6,5	2	± 4	± 8	2
50			8	2,5	± 4	± 8	2
75; 100				3	± 4	± 8	3
125; 150				4	± 5	±10	4
175; 200				6	± 6	±12	5
225; 300				8	± 7	±14	6
325; 400	4	1,2		10	± 8	±16	8
425; 500				12	±10	±20	10
525; 600				14	±12	±24	12
625; 700				16	±14	±28	14
725; 800				18	±16	±32	16
825; 900				20	±18	±36	18
925; 1 000				22	±20	±40	20

13 mm, pentru cele cu $L = 50$ mm de la 25 la 26 mm, pentru cele cu $L = 75$ mm, de la 50 la 51 mm şi pentru cele cu $L = 100$ mm, de la 75 la 76 mm. Se aplică pe rînd cele patru sticle (tamburul rotindu-se în acest scop cu cîte 1/4 rotaţie) şi se însumează numărul de benzi de interferenţă obţinute atît pentru o faţă de măsurare, cît şi pentru cealaltă. La cele cu $L > 100$ mm, verificarea plan-paralelismului se face cu ajutorul unei serii de 4 distanţiere de măsură, operaţia făcîndu-se cu fiecare distanţier pe patru poziţii aflate la 90° una de alta şi notîndu-se citirile făcute pe scara gradată a micrometrului. Verificarea dispozitivului de limitare a apăsării se face cu o balanţă semiautomată, aşezînd microscopul într-un suport astfel ca şurubul micrometric să se afle vertical deasupra talerului balanţei. Învîrtind şurubul micrometric, acesta apasă pe taler cu faţa de măsurare a tijei pînă cînd se roteşte în gol, şi se citeşte pe scara balanţei valoarea apăsării. Verificarea rigidităţii potcoavei se face cu ajutorul unui suport care se poate aplica cu forţa prescrisă de 29,43 N (3 kgf) în direcţia axei şurubului micrometric şi măsurîndu-se apoi lungimea unei cale, măsurate anterior cu acelaşi micrometru. Dife-

Scanned with OKEN Scanner

renţa se împarte la 3, rezultatul trebuind să nu întreacă abaterea din tabela 38. Verificarea justeţei indicaţiilor se face cu cale plan-paralele, (la micrometrele cl. 1, cu cale cl. 2 şi la micrometrele cl. 2, cu cale cl. 3). Înainte de verificare, micrometrul se lasă 3...4 ore în camera în care se face verificarea.

Abaterile de la temperatura de referinţă, a temperaturii încăperii, nu trebuie să depăşească valorile din tabela 39.

Tabela 39

Limita superioară de măsurare L mm	Abateri admisibile faţă de 20°C °C	
25	—	—
50	±6	±8
75...150	±4	±6
175...500	±3	±5
575...1 000	±2	±3

Jocul dintre tambur şi braţul cilindric se determină prin măsurarea cu un micrometru cu pîrghie a diametrului braţului cilindric şi cu un micrometru de interior cu fălci a diametrului interior al tamburului (după ce şurubul micrometric a fost deşurubat din potcoavă şi despărţit de tambur), diametrul interior al tamburului trebuind să fie cu cel mult 0,3 mm mai mare decît diametrul braţului cilindric.

Influenţa acţiunii dispozitivului de fixare se controlează pe trei porţiuni ale cursei şurubului micrometric, două extreme şi una la mijloc, introducîndu-se între suprafeţele de măsurare o cală plan-paralelă cu dimensiunea nominală corespunzătoare regiunii în care se face verificarea şi strîngîndu-se între suprafeţele de măsurare sub apăsarea dispozitivului de limitare a apăsării şi se citeşte indicaţia micrometrului. Se depărtează apoi suprafeţele de măsurare şi se scoate cala, după care se readuce din nou tamburul pe aceeaşi diviziune şi se fixează şurubul micrometric cu dispozitivul de fixare. Se încearcă să se introducă cala între suprafeţele de măsurare: a) dacă intră uşor, se formează un bloc de cale care să întreacă lungimea nominală a calei folosite iniţial, cu erorile admise la indicaţii. Acest bloc nu trebuie să intre între suprafeţele de măsurare; b) dacă, dimpotrivă, cala nu intră, se formează un bloc de cale cu lungimea mai mică decît lungimea nominală a calei, cu erorile admise la indicaţii, acest bloc trebuind să intre între suprafeţele de măsurare.

Scanned with OKEN Scanner

Verificarea abaterilor de la plan-paralelism ale calelor de reglare se face folosind palpatoare cu vîrfuri sferice pentru cele cu suprafeţele de măsurare plane şi palpatoare cu vîrfuri plane, pentru cele cu suprafeţele de măsurare sferice.

Verificarea lungimilor nominale ale calelor de reglare se face cu un optimetru orizontal reglat cu cale plan-paralele şi cu respectarea abaterilor de la temperatura de referinţă a temperaturii încăperii în care se face verificarea indicate în tabela 40.

Tabela 40

Verificările nominale ale calelor de reglare mm	Abaterea admisibilă a temperaturii camerei °C		Timp, în ore, de menţinere pe o placă de fontă	
	Clasa de precizie a micrometrului a cărui cală se verifică			
	cl. 1	cl. 2	cl. 1	cl. 2
20... 25	±3	±4	1	1
50...125	±2	±3	1,5	1,5
150...500	±2	±2	2	2
725...975	±1	±2	3	3

Erorile de planitate ale suprafeţelor de măsurare ale palpatoarelor nu trebuie să depăşească 0,15 μm, adică 1/2 bandă de interferenţă. Verificarea micrometrelor obişnuite se face iniţial şi anual, în conformitate cu Instrucţiunile 22-59.

— micrometre pentru roţi dinţate (fig. 18): diferă de cele obişnuite numai prin dimensiunile şi forma suprafeţelor de măsurare, care sînt în formă de talere. Pot fi şi cu limita de măsurare schimbabilă. Se construiesc în conformitate cu prevederile din STAS 6519-62.

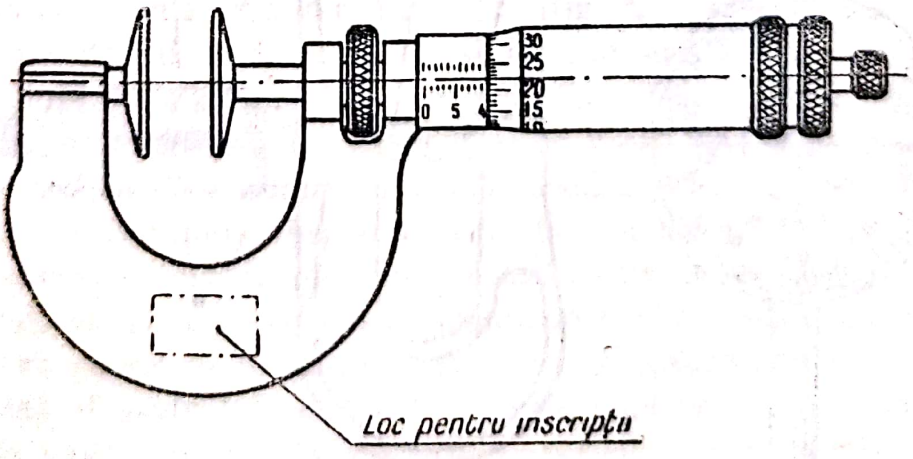


Fig. 18. Micrometru pentru roţi dinţate.

Scanned with OKEN Scanner

Diametrul discurilor este cuprins între 20 și 25 mm. Comportă aceleași operații de verificare ca ale micrometrelor obișnuite. Erorile tolerate sînt indicate în tabela 41.

Tabela 41

Limita superioară de măsurare L mm	Abaterile limită ale suprafețelor de măsurare				Erorile tolerate la indicații µm	
	La planitate µm		La plan-paralelism µm			
	cl. 1	cl. 2	cl. 1	cl. 2	cl. 1	cl. 2
25; 50; 75; 100;	1,2	1,8	6	10	±6	±12

— micrometre pentru sîrmă (fig. 19): diferă de cele obișnuite numai prin forma potcoavei. Se construiesc în conformitate cu prevederile din STAS 1374-55. Comportă aceleași operații de verificare ca acelea ale micrometrelor obișnuite;

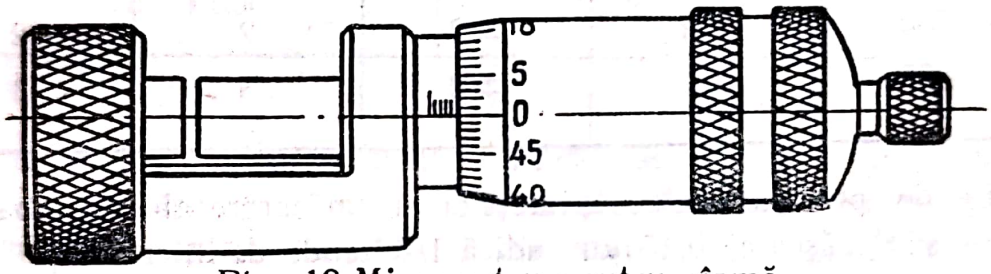


Fig. 19. Micrometru pentru sîrmă.

— micrometre pentru tablă (fig. 20); diferă de cele obișnuite prin aceea că brațul cilindric *1* se rotește liber în jurul piuliței șurubului micrometric. Este prevăzut cu un ac indicator *2* care se rotește în fața unui cadran cu diametrul de cel puțin 55 mm pe care se află o

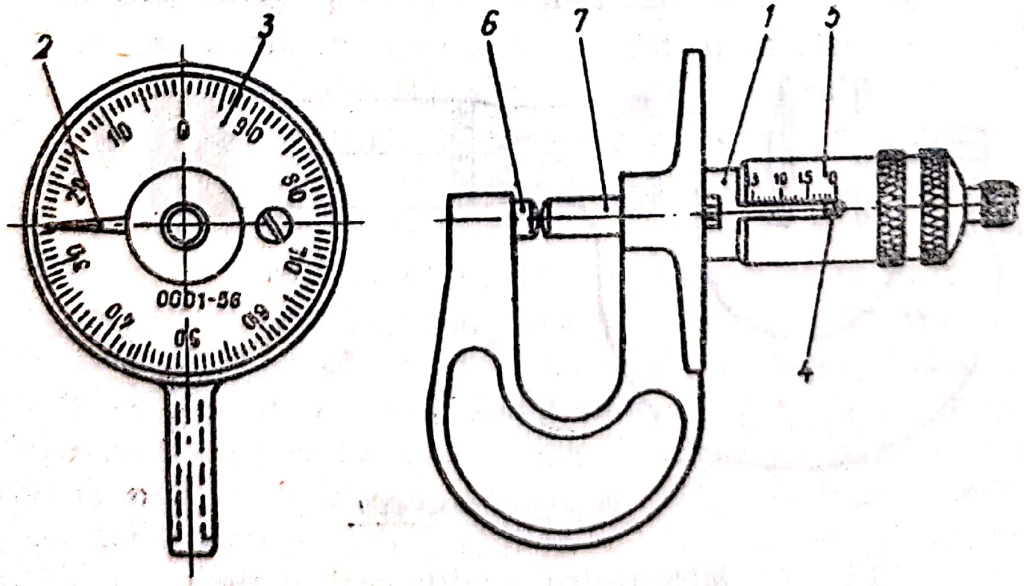


Fig. 20. Micrometru pentru tablă.

scară gradată în sutimi de milimetri şi cu un ştift *4* pe care se află un reper transversal şi care culisează într-o fantă longitudinală aflată în tambur. Distanţa dintre acul indicator şi cadranul gradat nu trebuie să depăşească 0,4 mm (se controlează cu lamele). Suprafeţele de măsurare ale nicovalei *6* şi ale tijei şurubului micrometric *7* sînt sferice.

Limita superioară de măsurare este 15 mm iar pasul şurubului micrometric este 1 mm, cu abateri care nu trebuie să depăşească 0,5 μm/pas.

Se construiesc în conformitate cu prevederile din STAS 6466-61 şi numai de clasa 2.

Comportă aceleaşi operaţii de verificare ca ale micrometrelor obişnuite

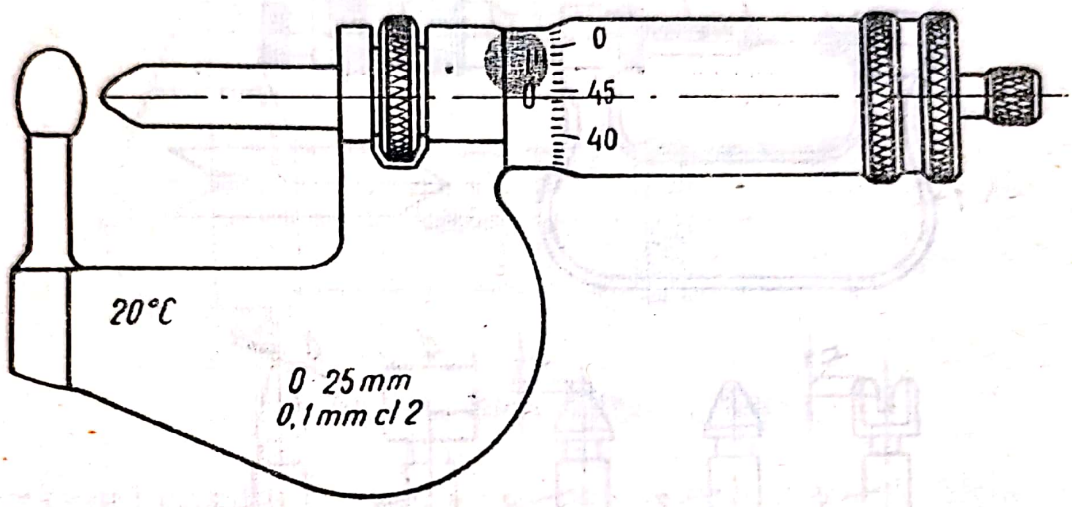


Fig. 21. Micrometru pentru ţevi.

— micrometre pentru ţevi (fig. 21), diferă de cele obişnuite numai prin forma suprafeţelor de măsurare şi anume: aceea a nicovalei are forma suprafeţei unui butoiaş iar a tijei şurubului micrometric este sferică. Se construiesc în conformitate cu prevederile din STAS 6467-61. Comportă aceleaşi operaţii de verificare ca ale micrometrelor obişnuite;

— micrometre de filete (fig. 22), care se folosesc la măsurarea diametrului mediu exterior şi interior al filetelor, se construiesc pentru limitele de măsurare $L = 25; 50; 75; 100$ etc. din 25 în 25 mm pînă la 350 mm (domeniul de măsurare fiind 25 mm). Se deosebesc de celelalte prin suprafeţele de măsurare, care au o formă adecvată (pentru a se aplica pe flancurile filetului). Pentru aceasta, la capetele nicovalei şi tijei şurubului micrometric sînt montate vîrfurile care se execută perechi, din care unul, cu suprafaţă conică, se montează la tija şurubului micrometric, iar cel cu suprafaţa prismatică, la nicovală, fiecare pereche servind la măsurarea diametrului mediu la filetele cuprinse într-un interval de anumite valori pentru pas şi profil. Eventuala diferenţă între lungimea vîrfurilor montate poate duce la dereglarea micrometrului de la zero,

Scanned with OKEN Scanner

astfel încît dacă vîrfurile sînt mai scurte, marginea conică a tamburului poate acoperi reperul zero al scării braţului cilindric, iar dacă sînt mai lungi se depărtează de reperul zero cu cîteva zecimi de milimetru, fapt pentru care după schimbarea vîrfurilor micrometrul trebuie să fie controlat şi reglat.

Micrometrele cu $L > 25$ mm trebuie să fie însoţite de cale de reglare, cu erorile tolerate indicate în tabela 42. Pasul filetului la şurubul micrometric trebuie să fie de 0,5 mm cu abaterea tolerată $\pm 0{,}5$ μ m/pas. Un-

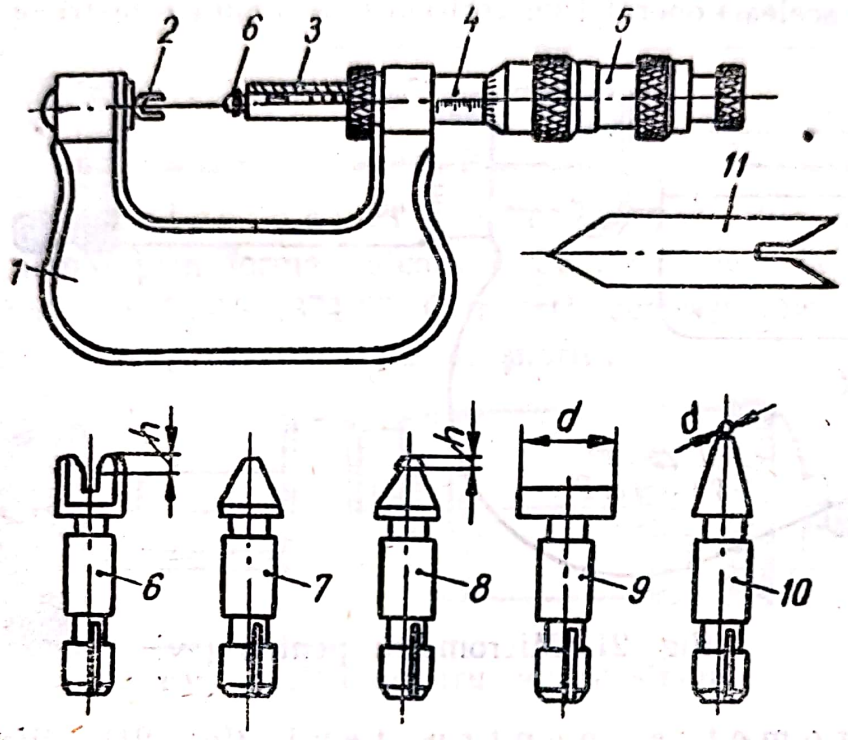


Fig. 22. Micrometru pentru filete.

Tabela 42

Dimensiunile nominale ale calelor mm	Eroarea tolerată ± mm	Dimensiunea nominală a calelor mm	Eroarea tolerată ± mm
25	0,0025	200	0,006
50	0,0030	225	0,0065
75	0,0035	250	0,0070
100	0,0040	275	0,0080
125	0,0045	300	0,0085
150	0,0050	325	0,0090
200	0,0055	350	0,0095

Scanned with OKEN Scanner

ghiul adausului conic şi al celui prismatic, pentru filet metric trebuie să fie de 60° ± 2′. Se verifică în conformitate cu prevederile din instrucţiunile 166-61; erorile tolerate sînt indicate în tabela 43;

— *micrometrele de interior*, folosite la măsurarea diametrelor alezajelor, au valoarea diviziunii de 0,01 mm şi pot fi de clasa 1 sau clasa 2 de fabricaţie. Distingem:

— micrometre cu fălci (fig. 23) care se fac pentru domeniile de măsurare $L = 5...30$; 20...50 şi 30...55 mm. Sînt alcătuite

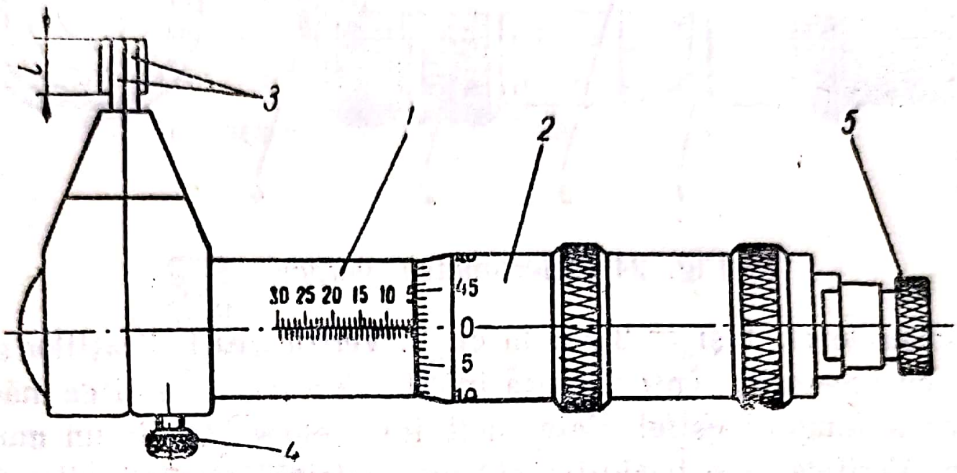


Fig. 23. Micrometru cu fălci.

din braţul cilindric *1*, tamburul cu şurub micrometric *2*, fălcile de măsurare *3*, dispozitivul de blocare *4* (care nu este obligatoriu), dispozitivul de limitare a apăsării *5* şi dispozitivul pentru înlăturarea cursei moarte.

Tabela 43

Limita superioară de măsurare mm	Erorile tolerate µm
0...25; 25...50; 50...75; 75...100	± 8
100..125; 125...150; 150...175; 175...200	±10
200...225; 225...250; 250...275; 275...300	±12
300...325; 325...350.	±16

Lungimea suprafeţelor de măsurare a fălcilor l trebuie să fie de cel puţin 5 mm la cele cu $L = 5...30$ mm şi de cel puţin 10 mm, la cele cu $L = 30...55$ mm, suprafeţele trebuind să fie cilindrice şi cu raza mai

Scanned with OKEN Scanner

mică de 2,5 mm la cele cu $L = 5...30$ mm, 12,5 mm la cele cu $L = 25...$ ...50 mm şi 15 mm la cele cu $L = 30...55$ mm. Pasul filetului şurubului micrometric trebuie să fie de 0,5 mm, cu o abatere limită de ±3,5 µm pe toată lungimea filetată. Erorile tolerate ale indicaţiilor sînt ± 4 µm

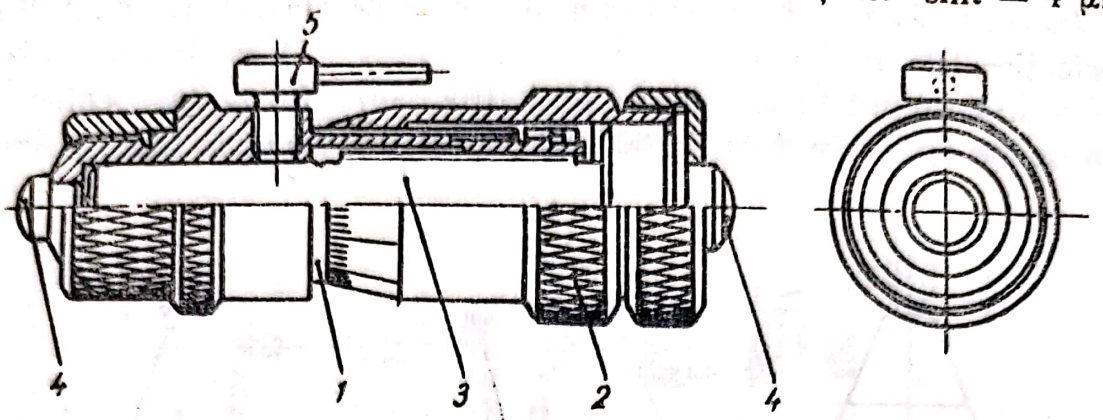


Fig. 24. Micrometru vergea.

la micrometrele cl. 1 şi ± 8 µm la cl. 2. Verificarea indicaţiilor se face cu calele cu accesorii, pentru limita inferioară a domeniului de măsurare şi alte două lungimi astfel alese încît între ele să nu fie un multiplu de 0,5 mm. Verificările se fac iniţial şi anual, potrivit instrucţiunilor 55-59;

— **micrometre vergea** (fig. 24), care se fac pentru domeniile $L = 50...150$; 50...400; 50...900 şi 50...1 500 mm. Sînt alcătuite din braţul cilindric *1*, tamburul *2*, şurubul micrometric *3*, vîrfurile cu suprafaţă sferică de măsurare *4*, dispozitivul de blocare *5* (care nu este obligatoriu) şi dispozitivul de înlăturare a cursei moarte. Pentru mărirea domeniului de măsurare pot fi prevăzute cu prelungitoare.

Erorile tolerate ale indicaţiilor sînt indicate în tabela 44.

Tabela 44

Limitele de măsurare mm	Eroarea însumată tolerată µm		Limitele de măsurare mm	Eroarea însumată tolerată µm	
	cl. 1	cl. 2		cl. 1	cl. 2
50...100	± 4	± 8	700... 800	±16	±32
100...150	± 5	±10	800... 900	±18	±36
150...200	± 6	±12	900...1 000	±20	±40
200...300	± 7	±14	1 000...1 100	±22	±44
300...400	± 8	±16	1 100...1 200	±24	±48
400...500	±10	±20	1 200...1 300	±26	±52
500...600	±12	±24	1 300...1 400	±28	±56
600...700	±14	±28	1 400...1 500	±30	±60

Scanned with OKEN Scanner

Verificarea apăsării de măsurare şi a condiţiilor constructive se face ca la micrometrele obişnuite. Verificarea indicaţiilor se poate face cu optimetru orizontal prevăzut. Marca de verificare se aplică pe plumb sau ceară, introducîndu-se în locaşul special practicat pe suprafaţa laterală a tălpii, sau prin poansonare pe una din feţele neactive ale tălpii.

— *micrometre de adîncime*, folosite la măsuarea adîncimii pragurilor şi a găurilor înfundate, au valoarea diviziunii 0,1 mm şi pot fi de cl.1 sau cl. 2 de fabricaţie. Distingem:

— micrometre cu tije fixă (fig. 25), care se fac pentru $L = 0...25$; 25...50; 50...75 şi 70...100 mm. Sînt alcătuite din talpa cu suprafaţa de măsurare *1*, braţul cilindric *2* tija de măsurare *3*, tam-

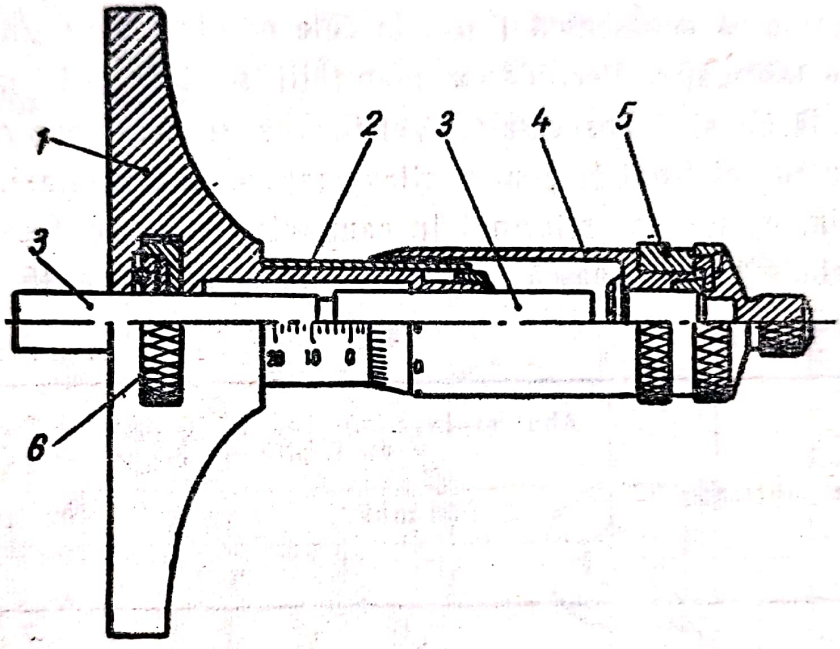


Fig. 25. Micrometru cu tijă fixă.

burul *4*, dispozitivul de limitare a apăsării *5* şi dispozitivul de blocare a şurubului micrometric *6*. Suprafaţa tijei poate fi plană sau sferică. Cursa de măsurare a şurubului micrometric este de 25 mm, iar pasul acestuia este de 0,5 mm cu o eroare tolerată de $\pm$ 3,5 μm. Condiţiile constructive ale tamburului, ale spaţiului inelar dintre tambur şi braţul cilindric, ale scării gradate de pe braţul cilindric şi de pe tambur, ale lungimii şi grosimii reperelor şi diferenţelor dintre ele, sînt similare cu cele ale micrometrelor de interior. Forţa de apăsare permisă de dispozitivul de limitare a apăsării este cuprinsă între 0,098 S şi 0,147 S newtoni (respectiv 10 S şi 15 S grame, forţă în care S este aria suprafeţei de măsurare a tijei exprimată în mm² şi care nu va fi mai mică de 0,98 N (100 gf)

Scanned with OKEN Scanner

cînd suprafaţa de măsurare este sferică. Erorile tolerate ale indicaţiilor, în funcţie de clasă, sînt indicate în tabela 45.

Tabela 45

Limita superioară de măsurare mm	Erori tolerate µm	
	cl. 1	cl. 2
Pînă la 50	±4	± 8
50...100	±5	±10

Abaterea de la planitate a suprafeţei de măsurare a tălpii şi a tijei nu trebuie să depăsească 1 µm la cele de cl. 1 şi 2 µm la cele de cl. 2 de fabricaţie. Verificarea planităţii se face atît în direcţie longitudinală cît şi transversală. Verificarea se face pentru reperul iniţial, pentru cel final şi pentru cîteva repere intermediare. Abaterile de la temperatura de referinţă în camerele unde se face verificarea, nu trebuie să depăşească limitile indicate în tabela 46. Verifica-

Tabela 46

Clasa de fabricaţie	Abateri la temp. de 20 °C pentru micrometrele cu limita de măsurare	
	50 mm	100 mm
	°C	
1	±6	±5
2	±8	±7

rea se face iniţial şi anual, în conformitate cu instrucţiunile 61-59. Marca de verificare se aplică pe plumb sau ceară, introduse în locaşul special practicat pe suprafaţa laterală a tălpii, sau prin poansonare pe una din feţele neactive ale tălpii;

— micrometre cu tije amovibilă, au $L = 100$ mm şi o serie de tije amovibile pentru extinderea domeniului de măsurare. Poziţia zero cînd se schimbă tijele de măsurare trebuie să se menţină fără reglare suplimentară.

În rest, verificarea este similară cu aceia a micrometrelor cu tije fixă.

Scanned with OKEN Scanner

e. Aparate cu amplificare mecanică

Aparate cu amplificare mecanică, denumite și comparatoare mecanice folosite, în metoda comparativă (sau relativă), prin care se stabilește numai diferența dintre valoarea mărimii măsurate și o valoare de referință cunoscută. Se împart în:

— *comparatoare cu cadran*, la care deplasarea tijei este amplificată și transmisă unui dispozitiv indicator (cu ac indicator). Distingem:

— comparatoare cu cadran obișnuite (fig. 26) cu valoarea diviziunii de 0,01 mm, care pot fi de clasa de fabricație 1, 2 sau 3; pot avea cursa de măsurare 0...1 mm, 0...3 mm, 0...5 mm sau 0...10 mm; pot avea cadranul sutimilor de mm gradat în 50 de diviziuni sau 100 de diviziuni și pot fi cu un singur ac indicator pentru sutimi de mm, sau cu două ace indicatoare, unul pentru sutimi de milimetru și altul[1]) pentru ture. Pot fi cu diametrul carcasei de 60 mm (format normal) sau de 40 mm (format mic). Se compun din carcasa *1*, tija de palpare *2*, vîrful de măsurare *3*, butonul pentru ridicarea tijei de

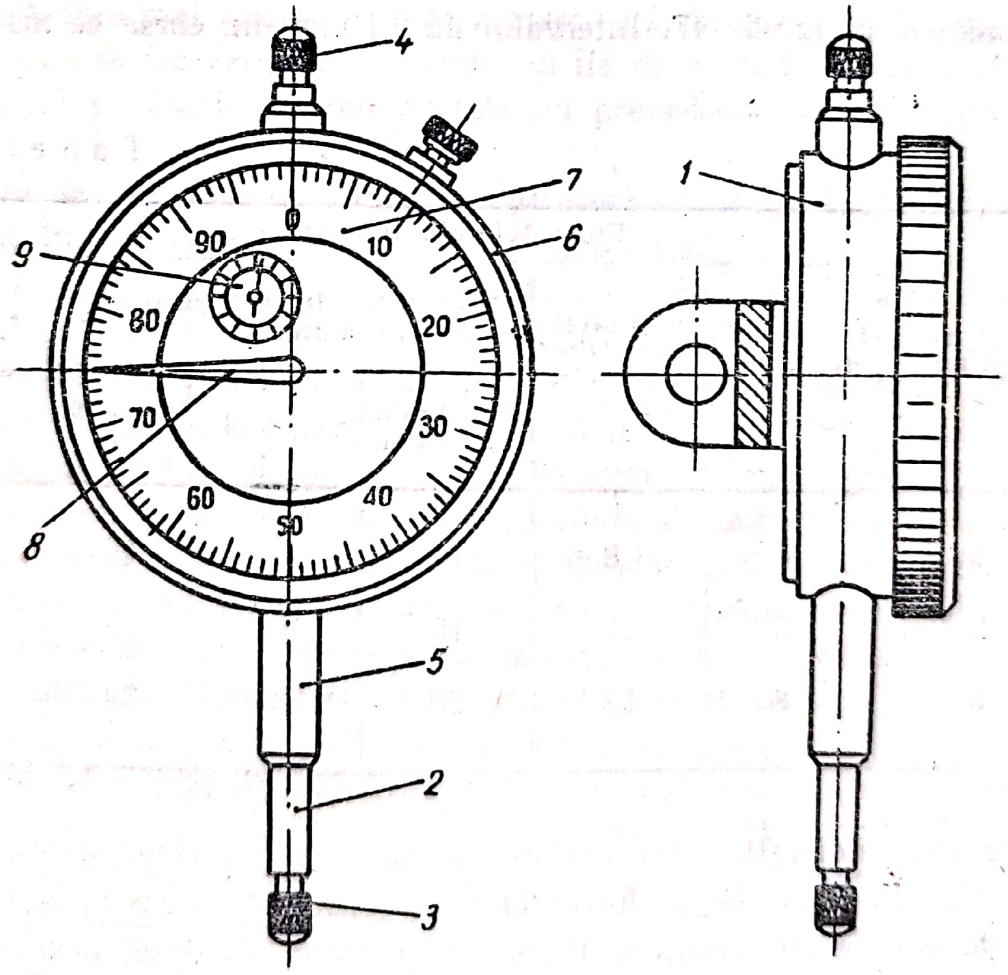


Fig. 26. Comparator cu cadran obișnuit.

[1]) Acele de ture pot fi centrale sau excentrice.

Scanned with OKEN Scanner

palpare *4*, braţul de fixare *5*, rama cu geam *6*, cadranul cu scara gradată în sutimi de mm *7*, acul indicator al sutimilor de mm şi acul indicator al rotaţiilor *9* precum şi mecanismul de transmitere şi amplificare. Condiţiile de construcţie sînt reglementate prin STAS 4293-57.

Scara gradată în ture complete are reperele numerotate. Acul indicator al sutimilor de milimetru trebuie să aibă lăţimea vîrfului egală cu grosimea reperelor sau cel mult cu 0,1 mm mai mare, să acopere reperele cele mai scurte pe cel puţin 0,5 şi cel mult 0,8 din lungimea lor, să aibă vîrful la o depărtare de cel mult 0,7 mm faţă de planul cadranului, să fie fixat rigid pe ax şi să fie colorat în negru sau albastru închis. Tija de palpare trebuie să aibă o cursă totală care să depăşească cu minimum 0,5 mm cursa de lucru (la comparatoarele de format normal), şi cu minimum 0,3 mm la cele de format mic. Cînd tija e supusă la o forţă laterală de 3,92 N (0,400 kgf) nu trebuie să aibă efect asupra indicaţiilor mai mare de 1/2 diviziune. Forţa de măsurare a tijei de palpare trebuie să fie de 1,77 ± ± 0,392 N (0,12 ± 0,04 kgf) [1]. Erorile tolerate, care reprezintă suma valorilor absolute ale erorii maxime pozitive şi ale celei maxime negative, sînt indicate în tabela 47. Intervalul de 0,1 mm din cursa de măsurare

Tabela 47

Clasa de fabricaţie	Erori tolerate în μm					Fidelitatea citirilor
	În limitele porţiunii normale de 0,1 mm	În limitele unei ture şi în orice parte a scării	În limitele întregii curse de măsurare			
			0 ... 2 mm 0 ... 3 mm	0 ... 5 mm	0 ... 10 mm	
1	4	8	10	12	18	2
2	6	12	15	18	25	3
3	8	18	20	25	30	5

pentru care indicaţiile sînt optime, se numeşte „porţiune normală“ şi trebuie să fie indicată de întreprinderea constructoare în buletinul de recepţie internă care însoţeşte fiecare comparator. În lipsă, se consideră

[1]) Detalii constructive şi condiţii, în STAS 4293-57 şi instrucţiunile de verificare 65—59.

Scanned with OKEN Scanner

intervalul —0,1...+0,1 mm luat față de începutul celei de a doua ture a acului indicator de sutimi.

Forța de măsurare se verifică la începutul, mijlocul și sfîrșitul cursei de măsurare, cu ajutorul unei balanțe. Verificarea indicațiilor se face cu cale plan-paralele de ord. IV., pentru fiecare tură în parte, pentru întreaga cursă de măsurare (la aparatele cu domeniul de măsurare mai mare de 1 mm) și pentru porțiunea normală, prin serii de cîte 5 blocuri de cale avînd diferența între ele de cîte 0,2 mm (ex. primul bloc 51; 51,2; 51,4; 51,6; și 51,8; al doilea bloc: 51,1; 51,3; 51,5; 51,7 și 51,9, etc.) operațiile făcîndu-se pînă la ultima tură a indicatorului de sutimi. Verificarea porțiunii normale a scării se face din sutime în sutime. Abaterea Δi a indicației pentru o anumită valoare a blocului se calculează cu relația $\Delta_i = a - b$, în care a este valoarea citită la comparator corespunzătoare blocului de cale respectiv [1]), iar b, diferența dintre dimensiunea blocului de cale cu care se face verificarea și a blocului de cale cu care s-a făcut punerea inițială la zero a comparatorului. Influența jocului tijei de palpare se face legînd de tije o ață care se trece peste un scripete și se pune o greutate cu masa de 400 g. Fidelitatea se controlează făcînd mai multe citiri pe aceiași cală, în același loc. Temperatura la care se fac verificările trebuie să fie de 20 ± 2°C. Verificarea se face inițial și anual, în conformitate cu prevederile din instrucțiunile 65-59.

Marca de verificare se aplică pe o picătură de ceară de marcare pusă pe unul din șuruburile de fixare ale capacului;

— comparatoare cu cadran, cu valoarea diviziunii de 0,001 și 0,002 mm folosite la măsurarea dimensiunilor prin metoda comparării și la stabilirea abaterilor de la forma geometrică, pot fi de cl. 1 și cl. 2 de fabricație. Tija de palpare trebuie să aibă o cursă care să depășească cu minimum 0,08 mm cursa de lucru.

Forța de apărare a tijei de palpare trebuie să fie cuprinsă între 0,686 și 1,275 N (respectiv 0,070 și 0,130 kgf). Nu sînt încă standardizate. Erorile de indicație tolerate sînt indicate în tabela 48. Verificările sînt similare, cu cele ale comparatoarelor 0,01 cu observația că la verificarea indicațiilor se utilizează cale individuale (nu bloc) și că eroarea de indicație $i = a - b$, în care a este valoarea citită la comparator a calei cu care se verifică și b diferența dintre dimensiunea nominală a acestei cale, și aceea a calei cu care s-a făcut punerea la zero inițială a comparatorului. Se verifică în conformitate cu Instrucțiunile 111-59, inițial (fabricație import și după reparații) și anual.

---

[1]) În cazul comparatoarelor care nu au cadran mobil, se face diferența dintre această citire și citirea inițială, adică a poziției inițiale a indicatorului față de reperul zero.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 48

Valoarea diviziunii mm	Erori tolerate, în µm					
	În limitele unei ture [1]		În domeniul total de măsurare		Eroarea de fidelitate	
	cl. 1	cl. 2	cl. 1	cl. 2	cl. 1	cl. 2
0,001	1	3	3	5	0,3	0,6
0,002	2	4	5	6	0,6	1,2

— *comparatoare mecanice cu scară bilaterală*, folosite în mod obişnuit la măsurarea dimensiunilor prin diferenţă, sînt aparate de transmitere şi amplificare mecanică diferind între ele atît prin modul de realizare a transmiterii şi amplificării cît şi al particularizării din punct de vedere constructiv în funcţia de destinaţia pe care o au. Distingem [2]:

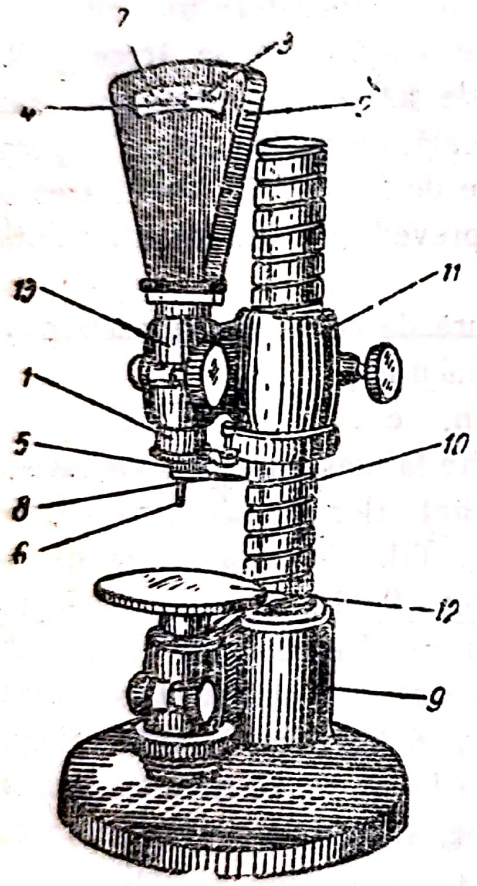


Fig. 27. Minimetru.

— m i n i m e t r e (fig. 27), care au ca mecanism de transmitere şi de amplificare un sistem de pîrghii prevăzute cu reazeme în formă de cuţit braţele fiind inegale. Raportul de amplificare al aparatului este determinat de raportul dintre deplasarea acului indicator şi deplasarea tijei palpatoare, respectiv egal cu raportul dintre braţul mare al pîrghiei (care este lungimea arătătorului) şi braţul mic (care este distanţa dintre reazemele cuţitelor). Braţul mare are de obicei 100 mm iar braţul mic 0,1 mm şi deci raportul de amplificare este 1 000. Se compun din următoarele părţi principale: braţul de fixare *1*, carcasa *2*, scara gradată *3*, indicatorul *4*, tija de palpare *5*, vîrful de măsurare *6*, indicii cîmpului de toleranţă *7* (facultativ), pîrghia de acţionare *8* şi mecanismul de transmitere şi amplificare. Suportul aparatului este compus din postamentul *9*, co-

[1]) Tura reprezintă 100 diviziuni.
[2]) Tipuri reprezentative.

loana *10*, consola *11*, măsuţa *12* şi braţul de fixare a aparatului *13*. Măsurarea se face stabilind diferenţa dintre dimensiunea piesei de măsurat şi o lungime de referinţă (cale, calibru, piesă martor). Această diferenţă citită în valoare şi semn pe scara aparatului adăugată algebric la lungimea de referinţă dă lungimea piesei. Minimetrele pot fi adaptate la diferite dispozitive care să permită atît măsurări exterioare, cît şi interioare sau de adîncime. Condiţiile de execuţie pentru repere ca şi pentru vîrful indicator sînt aceleaşi ca la comparatoarele cu cadran, grosimea reperelor trebuind să fie cuprinsă între 0,03 mm şi 0,15 mm. Apăsarea de măsurare a vîrfului de măsurare trebuie să fie 3,433±1,471 N (respectiv 0,350 ± 0,150 kgf). Vîrful de măsurare plan nu trebuie să aibă o abatere de la planitate mai mare de 0,0003 mm (o bandă de interferenţă) iar măsuţa mai mare de 0,0009 mm (3 benzi de interferenţă) pe suprafaţa unui cerc cu diametrul de 60 mm. Erorile tolerate la indicaţii sînt indicate în tabela 49.

Tabela 49

La minimetre cu valoarea diviziunii de:	Între două repere consecutive	Pe o porţiune de ± 10 repere	Pe întreaga cursă de măsurare	Eroarea de fidelitate
1 μm	±0,5	±1	±3	±0,5
2 μm	±1	±2	±4	±1
5 μm	±2,5	±5	±10	±2,5
10 μm	±2,5	±5	±20	±2,5

Verificarea apăsării de măsurare se face cu balanţa semiautomată (cu cadran) cu limitele 50 g... 1000 g, în trei puncte ale scării (început, mijloc şi sfîrşit). Verificarea planităţii măsuţei suportului şi vîrfului de măsurare se face prin metoda de interferenţă, cu ajutorul unei sticle optic-plane cu diametrul de 60...100 mm. Verificarea justeţei indicaţiilor se face cu blocuri de cale pentru ambele porţiuni ale scării, pozitivă şi negativă, la fiecare al cincilea reper, cu excepţia primului interval de ±10 repere (în dreapta şi stînga reperului zero cîte zece repere) unde se face din două în două repere. Eroarea de indicaţie pentru fiecare reper verificat este diferenţa dintre valoarea indicată de aparat şi valoarea nominală a blocului de cale utilizat.

Verificarea se face iniţial şi anual, conform instrucţiunilor 117-59;

— ortoteste (fig. 28), care au mecanismul de transmitere şi amplificare alcătuit dintr-un sistem de pîrghii combinat cu elemente dinţate. Sînt constituite din aceleaşi elemente principale ca şi minimetrele. Valoarea diviziunii este de 0,001 mm iar domeniul de măsurare

Scanned with OKEN Scanner

—0,100 + 0,100 mm. Forța de apăsare este 1,96...2,94 N (0,2...0,3 kgf) Verificarea și marcarea se face în conformitate cu instrucțiunile 117-59. Erorile tolerate la justețea indicațiilor sînt indicate în tabela 50, rîndul 1:

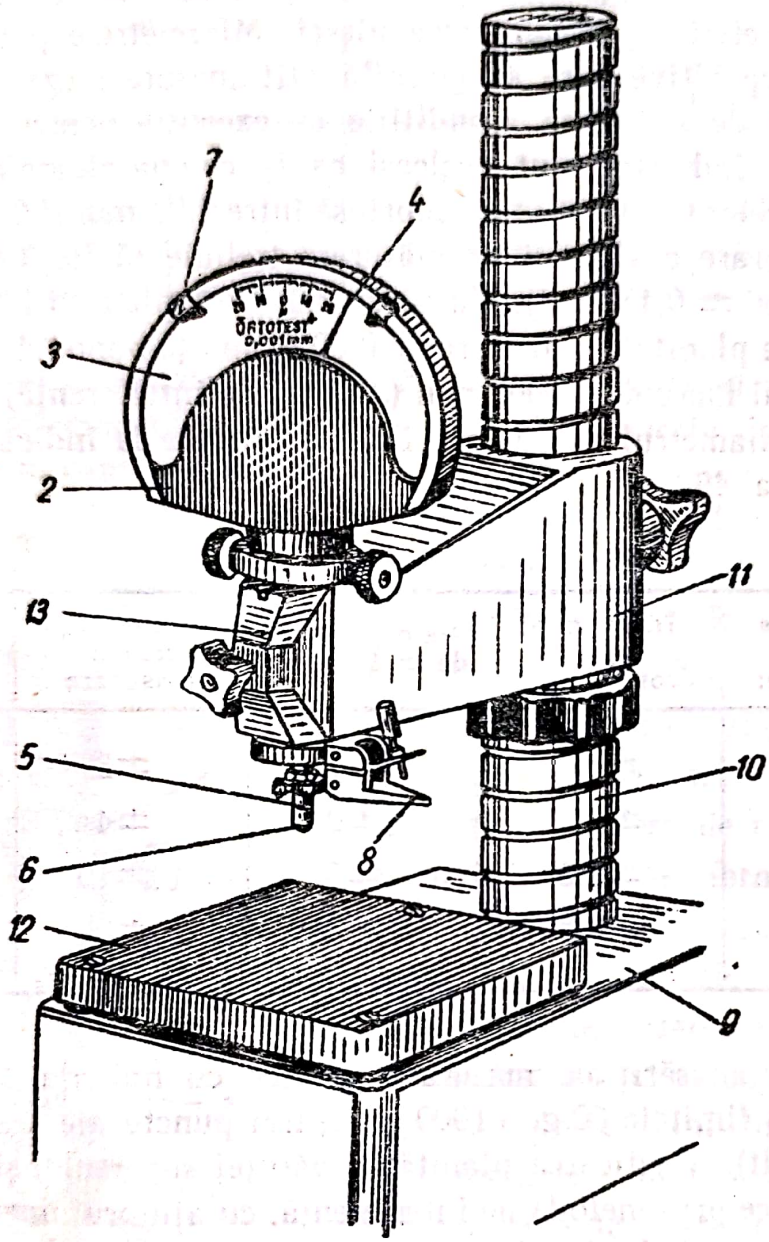


Fig. 28. Ortotest.

Tabela 50

Nr. rînd	Valoarea diviziunii µm	Erori tolerate, în µm			
		Între două repere consecutive	Între ± 10 repere	Pe întreaga cursă de măsurare	Eroarea de fidelitate
1	1	±0,5	±1	±3	±0,5
2	1	±0,5	±1	±2,5	±0,5

Scanned with OKEN Scanner

— milimesse (fig. 29): au aspectul general ca al ortotestelor fiind însă de dimensiuni mai mici. Valoarea diviziunii este 0,001 mm. Se fabrică în două mărimi: de tip mic, cu domeniul de măsurare ± 0,03 mm

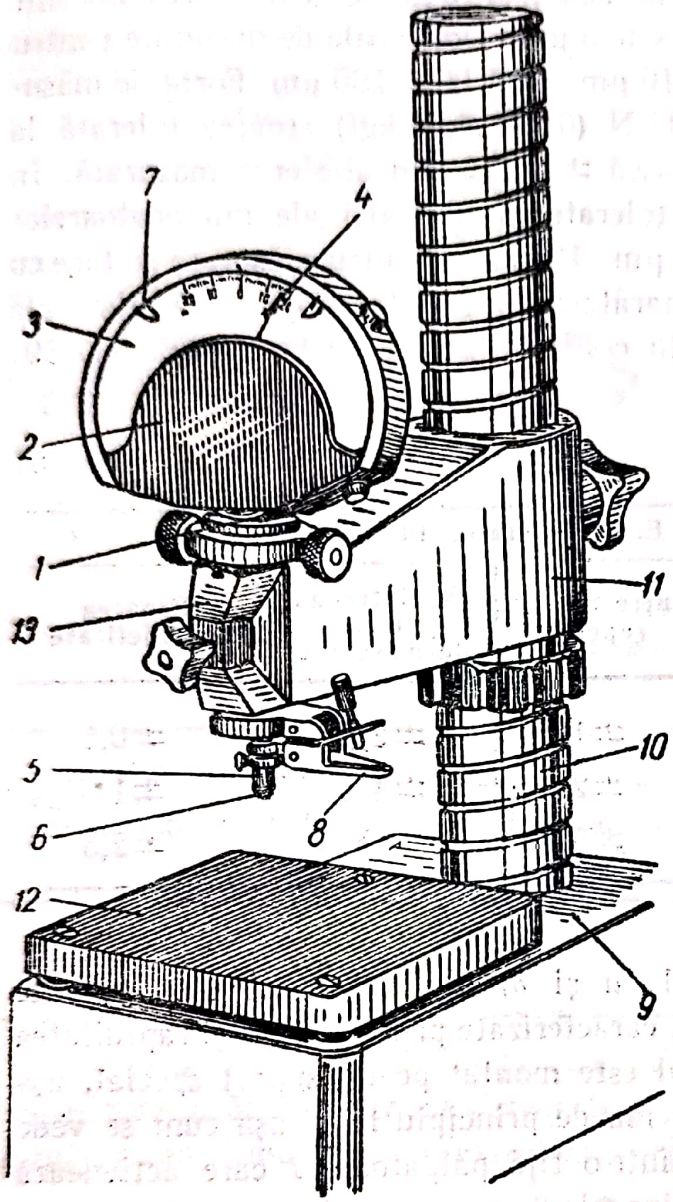


Fig. 29. Milimess.

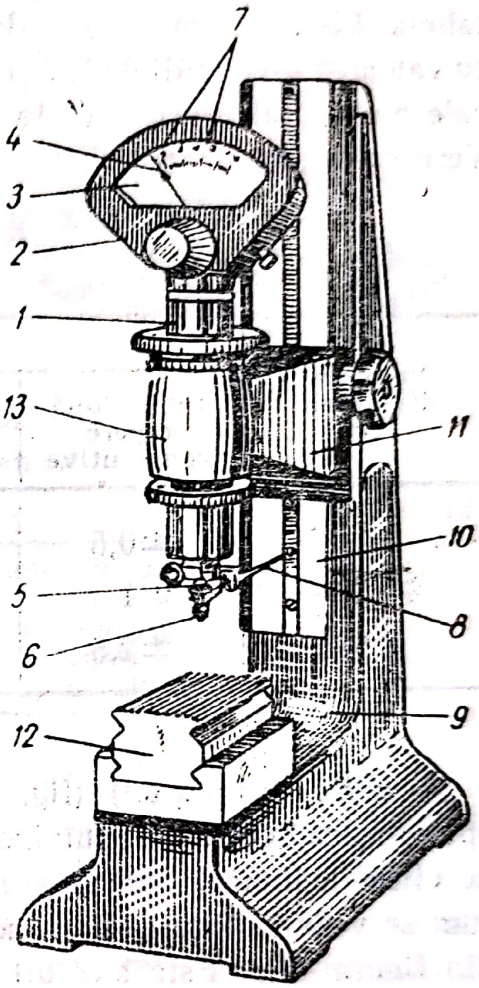


Fig. 30. Microcator.

sau de ± 0,05 mm și de tip mare, cu domeniul de măsurare ± 0,1 mm. Condițiile de construcție și funcționare sînt aceleași ca la minimetre și ortoteste.

Verificarea și marcarea se face în conformitate cu instrucțiunile 117-59. Erorile tolerate sînt indicate în tabela 50, rîndul 2;

— microcatoare (fig. 30) care au mecanismul de transmitere și amplificare bazat pe proprietățile elastice ale unui arc, prin schimbarea grosimii căruia se obțin diferite raporturi de amplificare. Sînt alcătuite din următoarele părți principale: brațul de fixare *1*, carcasa *2*, scara gradată *3*, indicatorul *4*, constituit dintr-un fir de cuarț cu grosimea de

0,03 mm, tija de palpare *5*, vîrful de măsurare *6*, indicii cîmpului de toleranţă *7*, pîrghia de acţionare *8*, postamentul *9*, coloana *10*, consola *11*, măsuţa *12*, braţul de fixare a aparatului *13*. Se execută cu valoarea diviziunii de 0,2 µm, 0,5 µm, 1 µm, 2 µm, 5 µm şi 10 µm. Cele mai frecvente sînt cu valoarea diviziunii de 1, 2 sau 5 µm. Domeniile de măsurare pentru care se construiesc pot fi de ± 10 µm. pînă la ± 200 µm. Forţa de măsurare variază între 1,667 şi 2,943 N (0,17...0,30 kgf) eroarea tolerată la indicaţii trebuind să nu depăşească ± 1,5% din abaterea măsurată. În tabela 51 sînt arătate erorile tolerate la indicaţii ale microcatoarelor cu valoarea diviziunii de 1, 2 şi 5 µm. Reglarea pentru măsurare se face cu cale plan-paralele ca la toate aparatele comparatoare cu scară bilaterală Verificarea şi marcarea se face în conformitate cu instrucţiunile 117-59;

Tabela 51

Valoarea diviziunii µm	Erori tolerate, în µm			
	Între două repere consecutive	Între ± 10 repere	Pe întreaga cursă de măsurare	Eroarea de fidelitate
1	±0,5	±1	±2,5	±0,5
2	±1	±2	±4	±1
5	±2,5	±5	±10	±2,5

— microluxe[1]) (fig. 31, *a* şi *b*) sau optoteste, sînt aparate optico-mecanice cu spot luminos, caracterizate prin uşurinţa şi rapiditatea de citire a indicaţiilor. Aparatul este montat pe un suport special, aşa cum se vede în figura 41, *b*, schema de principiu fiind aşa cum se vede din figura 41,*a*. Este alcătuit dintr-o tijă palpatoare *1* care acţionează un capăt al unei pîrghii cu braţe inegale *2*, care se poate roti în jurul unui ax *3*. Celălalt capăt al pîrghiei *2* acţionează o altă pîrghie *4*, solidară cu o oglindă *5* care reflectă razele de lumină primite de la cursa *6*, pe care obiectivul *7* le proiectează ca un fascicul conic de raze pe un cadran (ecran) cu scara gradată unde formează spotul care joacă rol de indice. Apăsarea de măsurare este 0,981 ± 0,392 N (0,1 ± 0,04 kgf). Reglarea

[1]) Microluxele, deşi au sistemul de transmitere şi amplificare optico-mecanic, nu numai mecanic ca al celorlalte comparatoare mecanice, însă datorită faptului că au scara bilaterală şi comportă o verificare în totul asemănătoare cu a acestora (fiind incluse chiar în aceleaşi instrucţiuni de verificare), sînt prezentate la un loc cu toate comparatoarele cu scară bilaterală.

Scanned with OKEN Scanner

se face ca la minimetre. Verificarea și marcarea se execută potrivit prevederilor din instrucțiunile 117-59. Erorile tolerate la justețea indicațiilor sînt indicate în tabela 52;

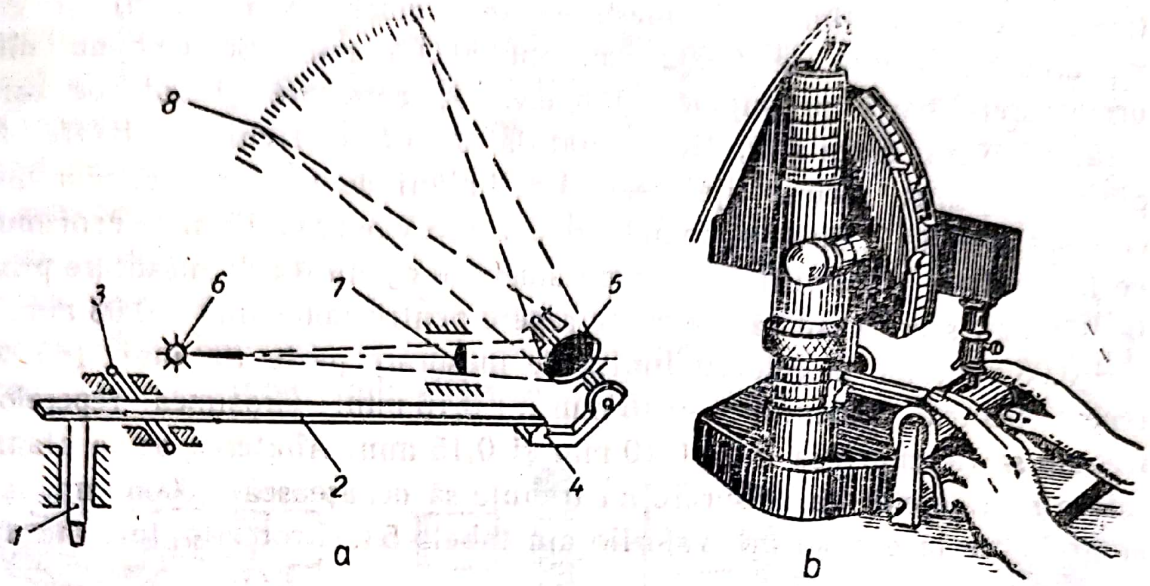


Fig. 31. Microlux:
a — schema de principiu; *b* — aspectul general

Tabela 52

Microlux cu valoarea diviziunii µm	Erori tolerate, în µm			
	Între două repere consecutive	Între ± 10 repere	Pe întreaga cursă de măsurare	Eroarea de fidelitate
1	±0,5	±1	±2,5	±0,5

— p a s a m e t r e (fig. 32), care au mecanismul de transmitere și amplificare alcătuit dintr-un sistem de pîrghii și roți dințate, se folosesc la măsurarea dimensiunilor exterioare prin comparație cu dimensiunile

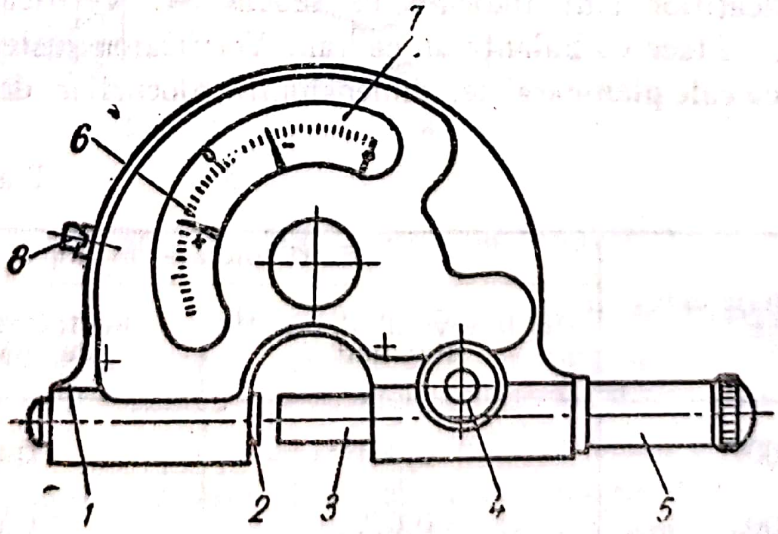


Fig. 32. Pasametru.

unei piese de referinţă. Se construiesc pentru limitele de măsurare $L = 25$; 50; 75; 100; 125; 150 mm, cu domeniile de măsurare ± 0,0 mm (pentru cele cu limita de măsurare pînă la 100 mm) şi ± 0,16 mm (pentru cele cu limita de măsurare mai mare de 100 mm) şi cu valoarea diviziunii de 0,002 mm sau 0,005 mm. Se compun din următoarele părţi principale; potcoava *1*, care are şi rol de carcasă, nicovala mobilă *2*, tija reglabilă *3*, dispozitivul de fixare *4*, piuliţa *5* pentru rotirea tijei reglabile, indicii de toleranţă *6*, cadranul cu scara gradată *7*, butonul de palpare *8* al nicovalei mobile şi mecanismul de transmitere şi amplificare. La pasametrele cu limita de măsurare pînă la 100 mm, scara gradată are 80 de repere pentru domeniul —0,08 mm... ...+0,08 mm, iar la cele cu limita de măsurare peste 100 mm, 160 de repere pentru domeniul —0,16 mm...+0,16 mm. Grosimea reperelor trebuie să fie cuprinsă între 0,10 mm şi 0,15 mm. Abaterea de la planitate a suprafeţelor de măsurare nu trebuie să depăşească 0,0006 mm, iar abaterile de la paralelism, valorile din tabela 53. Erororile tolerate la

Tabela 53

Limitele superioare de măsurare ale pasametrului mm	Abateri admise, mm	
	Cu dispozitivul de fixare neblocat	Cu dispozitivul de fixare blocat
0... 25	0,0009	0,0012
25... 50	0,0012	0,0015
50... 75	0,0015	0,002
75...100	0,002	0,0025
100...125	0,0025	0,003
125...150	0,003	0,0035

justeţea indicaţiilor sînt indicate în tabela 54. Verificarea apăsării de măsurare, se face cu balanţa cu cadran. Verificarea justeţei şi fidelităţii se face cu cale plan-paralele, dimensiunile blocurilor de cale stabi-

Tabela 54

Valoarea diviziunii în mm	Erori tolerate, în mm	
	În intervalul de ± 10 diviziuni	Pe întreaga cursă de măsurare
0,002	0,001	0,002
0,005	0,002	0,005

Scanned with OKEN Scanner

lindu-se în funcţie de limita de măsurare. Verificarea se face iniţial şi anual, în conformitate cu prevederile din instrucţiunile 174-62.

— micrometrele cu pîrghie (fig. 33), au o construcţie asemănătoare cu a pasametrului, însă în loc de tije au un şurub micrometric solidar cu un tambur gradat (cap micrometric). Măsurările cu acest aparat nu necesită o reglare prealabilă. Se fabrică pentru limitele de măsurare de la 0...25 mm valoarea diviziunii de la capul micrometric fiind de 0,01 mm şi a scării gradate a cadranului 0,002 mm. Reglarea la zero se face aducînd în contact suprafeţele de măsurare ale nicovalei şi tijei şurubului micrometric şi se observă dacă indicaţia capului micrometric este zero cînd acul indicator este pe reperul zero. Dacă nu este, sau se aduce tamburul la zero, sau se ia un zero convenţional pe scara gradată a cadranului. Indicaţiile se verifică blocînd şurubul micrometric

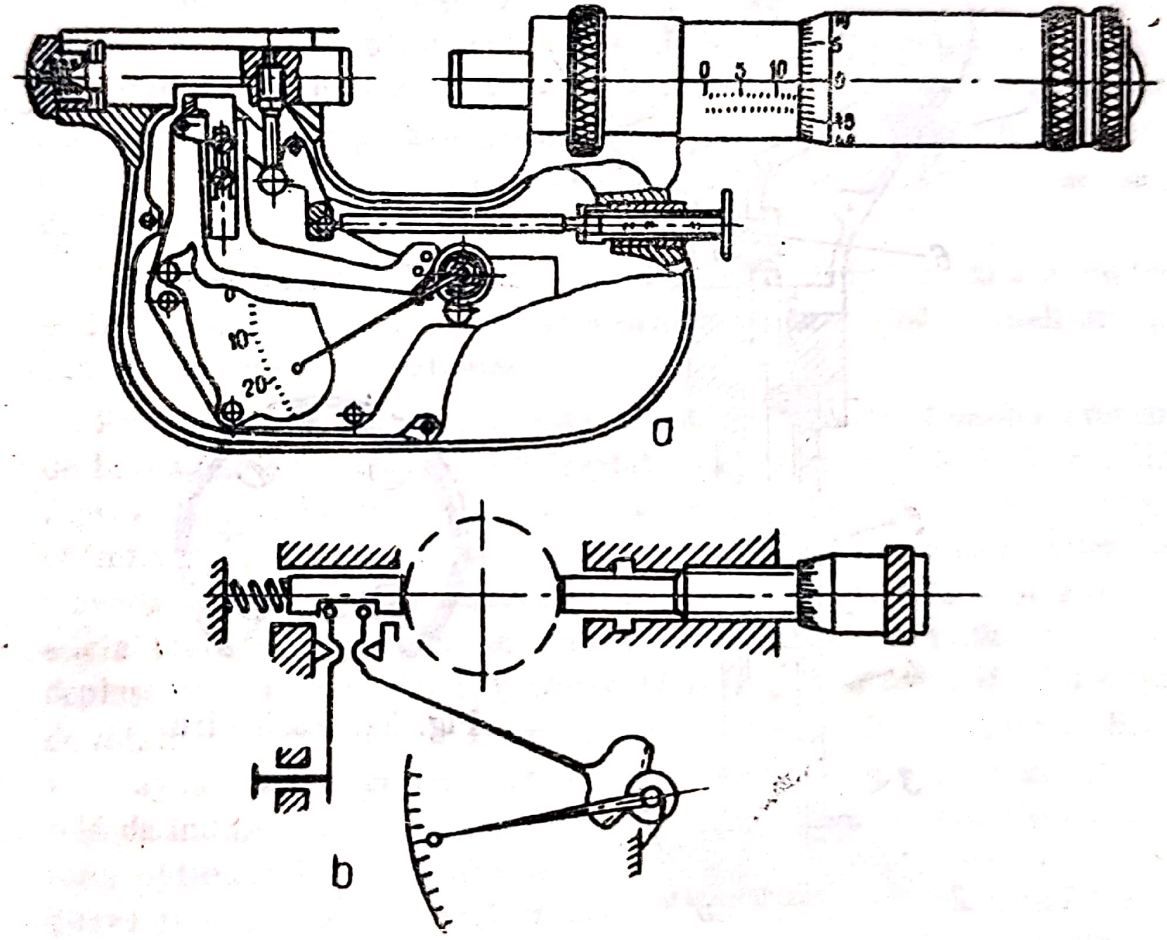


Fig. 33. Micrometru cu pîrghii.

la fiecare 0,002 mm pe intervalul de ± 0,01 mm de la reperul zero şi pe întreaga lungime a scării gradate a aparatului, la cîte 0,01 mm. Erorile indicaţiilor nu trebuie să depăşească ± 0,001 mm. La verificarea capului micrometric citirea erorilor se face pe scara cadranului mecanismului cu pîrghii. Eroarea tolerată la cele cu limita 0...25 mm este de ± 0,003 mm, iar la cele cu limita 25...50 mm este de ± 0,004 mm;

Scanned with OKEN Scanner

— p a s i m e t r e (fig. 34), care permit verificarea în serie a alezajelor, se fabrică în cinci mărimi pentru domeniul 11...120 mm şi cu valoarea diviziunii cadranului de 0,002 mm sau 0,005 mm. Sînt prevăzute cu două feţe de măsurat fixe *1* situate una faţă de cealaltă într-un unghi de 72° faţă de centrul alezajului şi una mobilă *2*. Pentru măsurare, capul de măsurat *3* se introduce în alezaj, aplicîndu-se în trei puncte ale peretelui alezajului. Deplasarea tijei palpatoare *4* se transmite printr-o pîrghie *5* la acul indicator *6*. Pentru a deplasa capul de măsurat fără a zgîria suprafaţa alezajului se eliberează tija palpatoare prin apăsare pe un buton *7*. Erorile tolerate şi modalitatea verificării sînt aceleaşi ca la pasimetre.

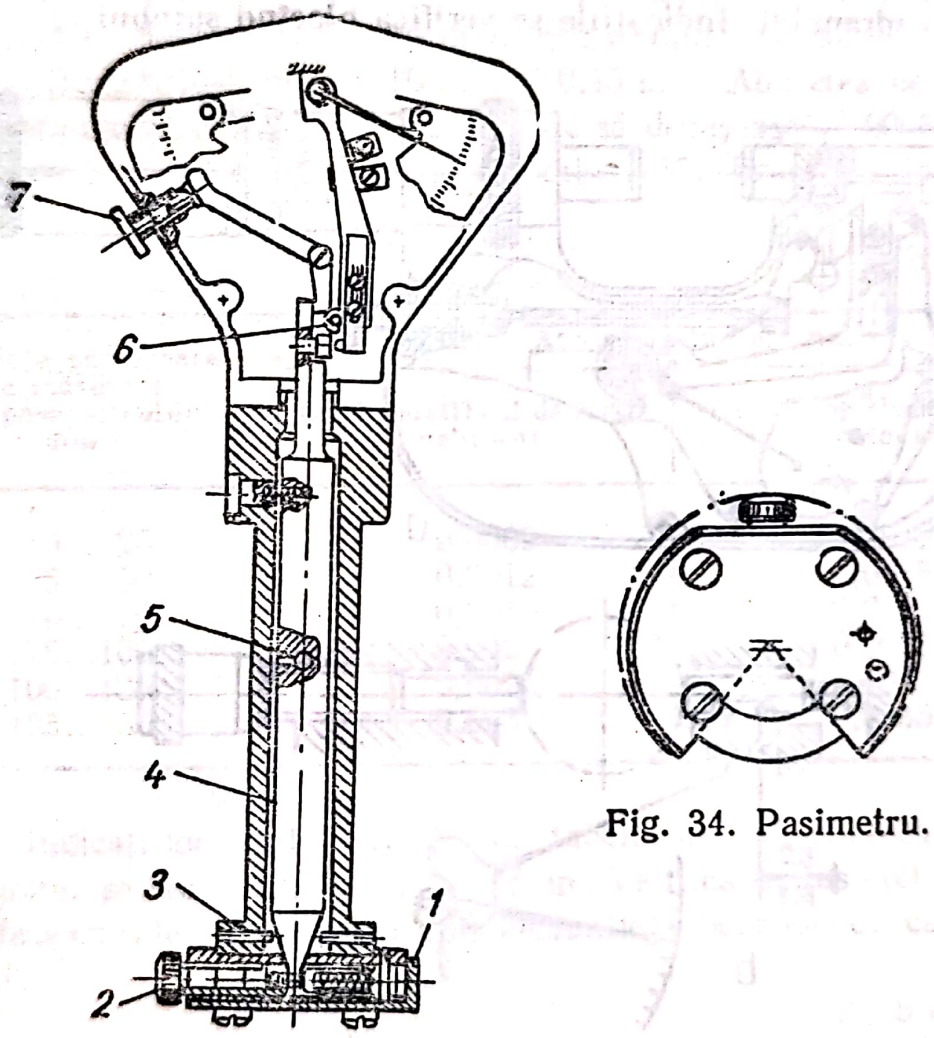


Fig. 34. Pasimetru.

f. Aparate comparatoare cu amplificare optică

Aparatele comparatoare cu amplificare optică sînt aparate al căror mod de funcţionare este bazat pe un mecanism de amplificare cu pîrghii, combinat cu un sistem de amplificare optică realizată prin autocolimaţie. Se utilizează la măsurări atît exterioare, cît şi interioare. Se construiesc

Scanned with OKEN Scanner

fie pentru funcționare în poziție orizontală fie verticală, pentru citire directă pe reticulul cu scara gradată a aparatului, sau prin proiecție, reprezentînd tot atîtea tipuri. Distingem [1]):

— *optimetre* [1]), care se folosesc la măsurarea dimensiunilor prin metoda comparării cu cale etalon, calibre etc., domeniul de măsurare pe scara gradată a aparatului fiind ± 0,1 mm iar valoarea unei diviziuni 0,001mm. Pot fi:

— optimetre verticale cu ocular (fig. 35), la care suportul este constituit dintr-un postament de fontă *1*, în care sînt fixate o coloană cilindrică filetată *2* și măsuța de măsurare *3*. Pe coloana *2* poate aluneca un braț rigid *4* a cărui mișcare se realizează cu ajutorul piuliței *5* care servește la reglarea grosolană a înălțimii aparatului. Brațul poate fi blocat pe coloană cu ajutorul șurubului de presiune *6*. La celălalt capăt al brațului se găsește un alezaj cilindric cu diametrul de 28 mm (în care se fixează optimetrul), coaxial cu locașul măsuței, prevăzut cu un șurub de presiune *7*. Măsuța, care poate avea diferite forme, este așezată perpendicular pe axa optimetrului propriu-zis, în așa fel încît diferențele maxime dintre citirile efectuate în orice punct al mesei să nu depășească 0,5 μ m.

Odată cu introducerea optimetrului propriu-zis în locașul său din braț, se fixează o brățară cu excentric *8* pentru reglarea fină în înălțime, precum și o pîrghie de acționare, *9*.

Principiul de funcționare este arătat în fig. 36. Lumina provenită de la o sursă exterioară este îndreptată asupra prismei *2* de către oglinda *1* prin fanta *5*. Fascicolul de raze *a* se reflectă prin prisma *8*, traversează obiectivul *9*, se reflectă din oglinda *10*; fascicolul de raze reflectate *b* traversează din nou obiectivul *9*, se reflectă în prisma *8* și ajunge pe sticla mată din fanta *6* pe care se află gravat un indice fix *7*. Prin deplasarea axială a tijei palpatoare *11* se imprimă oglinzii *10* o mișcare de rotație în jurul axei sale, iar fasciculul reflectat *b* își schimbă direcția și imaginea scării gradate de pe placa mată se mișcă în sus și în jos față de indicele fix. Imaginea se observă [2]) prin ocularul *3*. Pentru măsurare, optimetrul se reglează la zero cu ajutorul unui bloc de cale. Reglarea fină în înălțime se face prin rotirea șurubului de reglaj fin pînă cînd reperul zero al imaginii scării ajunge în dreptul indicelui fix, după care optimetrul se blochează. La cele cu măsuța reglabilă, reglarea se realizează în așa fel încît suprafața ei să fie perpendiculară pe axa de măsurare a optimetrului, folosindu-se un vîrf de măsurare cu suprafață

---

[1]) Tipuri reprezentative.
[2]) La cele cu proiecție, imaginea se privește pe ecranul sistemului de proiecție.

Scanned with OKEN Scanner

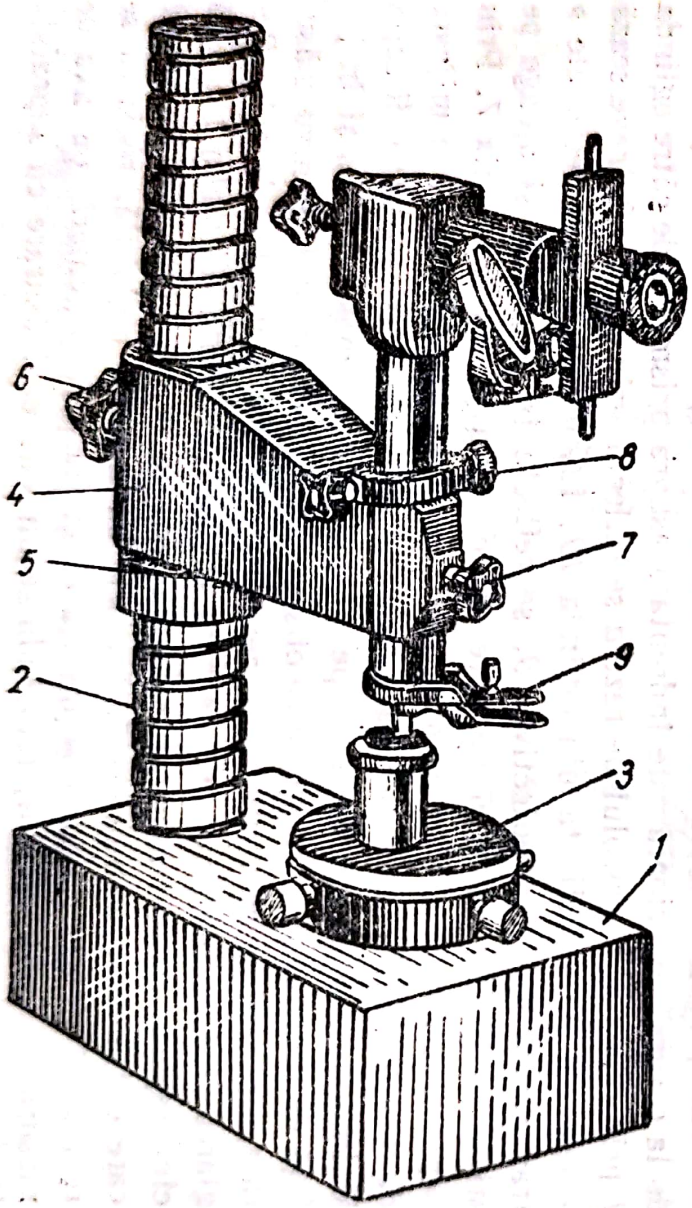


Fig. 35. Optimetru vertical cu ocular.

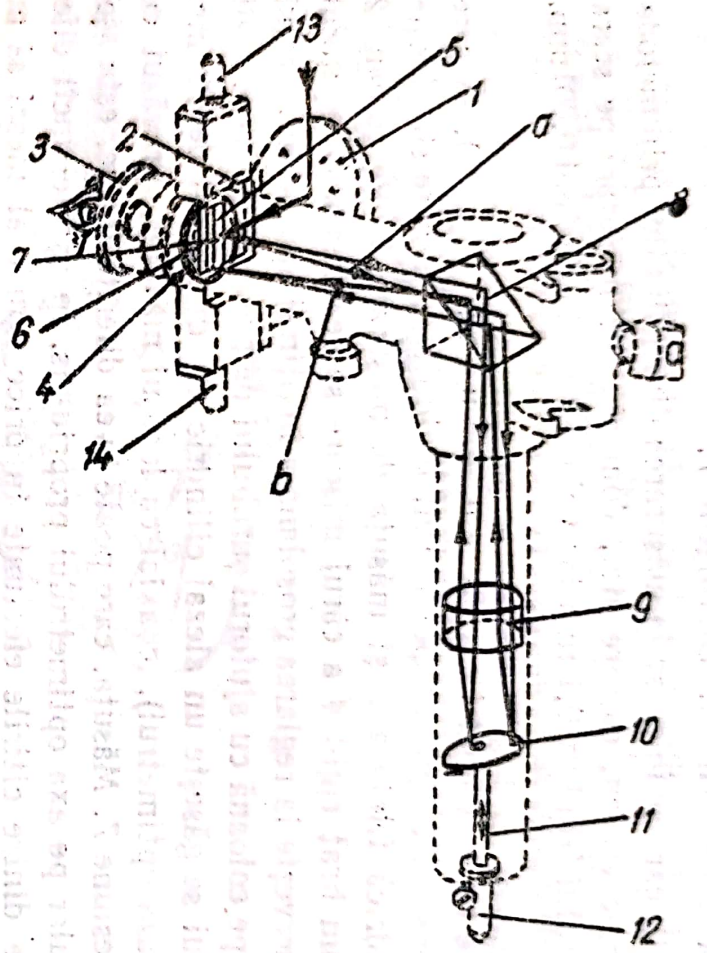


Fig. 36. Principiul de funcţionare al optimetrului vertical.

plană. Ocularul trebuie să se poată regla pentru ± 5 dioptrii. Scara gradată are 200 de repere, limitele sale fiind +100 μ m şi —100 μm. Pe scările gradate avînd reperele zero la centru, în apropiere de reperele 30 respectiv 80 μm, de ambele părţi se găseşte înscris semnul + (plus) respectiv — (minus). Grosimea reperelor trebuie să fie de 10...20% din distanţa dintre axele a două repere consecutive şi să nu fie înclinate faţă de indicele fix care poate fi format fie dintr-o linie scurtă neagră plecînd din vîrful unui unghi opus, fie dintr-o linie întreruptă care traversează cîmpul vizual. Variaţia indicaţiilor scării la mişcarea radială a palpatorului nu trebuie să depăşească 0,0005 mm la revenirea în punctul de plecare, iar la mişcarea măsuţei din poziţia iniţială, 0,0015 mm. Abaterile de la planitate ale măsuţei nu trebuie să depăşească 0,001 mm. Apăsarea de măsurare a optimetrului este de 1,960 ± 0,196 N (0,200 ± ± 0,020 kgf). Inscripţii: emblema fabricii producătoare, numărul şi anul de fabricaţie. Verificarea influenţei jocului radial al tijei palpatorului se face reglînd optimetrul cu o cală plan-paralelă la o dimensiune oarecare după care palpatorul se împinge uşor lateral lăsîndu-l să revină singur la poziţia iniţială. Diferenţa între citirea iniţială şi cea după revenire nu trebuie să depăşească valoarea prescrisă (0,0005 mm). Planeitatea vîrfurilor plane se controlează prin interferenţă cu ajutorul unei plăci de sticlă optic plană, curbura benzilor trebuind să nu depăşească 0,5 din lăţimea unei benzi. Planitatea măsuţei se verifică prin metoda tehnică interferometrică cu o placă de sticlă optic plană cu diametrul 60...100 mm clasa de precizie 1. Verificarea jocului radial al măsuţei se face prin reglarea optimetrului cu o cală şi deplasînd în sens radial măsuţa şi citind din nou indicaţia, aceasta nu trebuie să varieze cu mai mult decît abaterea prescrisă (0,0015 mm). Se plimbă o cală plan-paralelă pe măsuţă, fără a apăsa. Dacă se zgîrie, optimetrul nu se admite la verificare. Verificarea apăsării de măsurare se face ca la micrometrele obişnuite în trei puncte ale scării: + 100 0, —100. Verificarea justeţei indicaţiilor se face la temperatura de 20 ± 0,5°C, cu cale plan-paralele de ordinul III sau clasa 0 în punctele + 90, + 50, + 10, 0, —10, —50, —90. Calele se aleg în aşa fel încît să se poată stabili 5 perechi avînd respectiv diferenţa dimensiunilor (pentru fiecare pereche) egală în valoare nominală cu dimensiunea porţiunii din scara verticală, avînd grijă ca a doua cală a perechii respective să aibă valoarea egală cu prima cală a perechii asemănătoare (poate fi aceiaşi cală). Erorile de indicaţie se determină cu relaţia

$$\delta = \frac{\Sigma \gamma_i - (L_6 - L_i)}{5},$$

în care $\Sigma\gamma_i$ reprezintă suma valorilor absolute ale diferenţelor dintre dimensiunile celor două cale în fiecare pereche, stabilite de optimetru, iar

Scanned with OKEN Scanner

$L_6 - L_i$ dimensiunile efective conform certificatului corespunzător calei celei mai mari şi celei mai mici folosite. Ele nu trebuie să depăşească valorile din tabela 55.

Tabela 55

Intervalul măsurat	Eroarea tolerată
Pînă la 0,06 mm	±0,0002 mm
Mai mare de 0,06 mm	±0,0003 mm

Se verifică iniţial (fabricaţie, import şi după reparaţii) şi la fiecare 2 ani, conform prevederilor din instrucţiunile 115-59. Nu se aplică marcă de verificare. Se întocmesc buletine de verificare în care se dau pentru valorile indicate valorile efective.

— optimetre verticale cu proiecţie (fig. 37) care sînt prevăzute cu un dispozitiv optic de proiecţie a scării optimetrului pe un ecran şi un dispozitiv de iluminare. Dispozitivul de iluminare constă din tubul *1*, consola *2*, vergeaua *3* care în partea sa inferioară are o consolă *4* care asigură poziţia necesară iluminatului, dulia *5*, lampa de iluminat care se găseşte în interiorul tubului *1*. Dispozitivul de proiecţie propriu zis *6* este format dintr-un sistem de lentile, o prismă, un filtru verde şi un ecran din sticlă mată. Cînd dispozitivul este montat pe optimetru, fanta în dreptul căreia se află prisma trebuie să se găsească în dreptul ocularului, pentru ca imaginea scării să se proiecteze pe ecran. Principiul de funcţionare al optimetrului propriu-zis de la optimetrul cu proiecţie este similar cu cel al optimetrului cu ocular, deosebindu-se numai prin faptul că fasciculul de raze reflectate este îndreptat cu ajutorul oglinzilor directoare către ecran, iar apăsarea de măsurare este 1,177 ± 0,196 N (0,120 ± 0,020 kgf). Condiţiile de construcţie şi verificarea sînt identice ca la optimetrele verticale cu ocular, verificarea făcîndu-se după aceleaşi instrucţiuni (115-59);

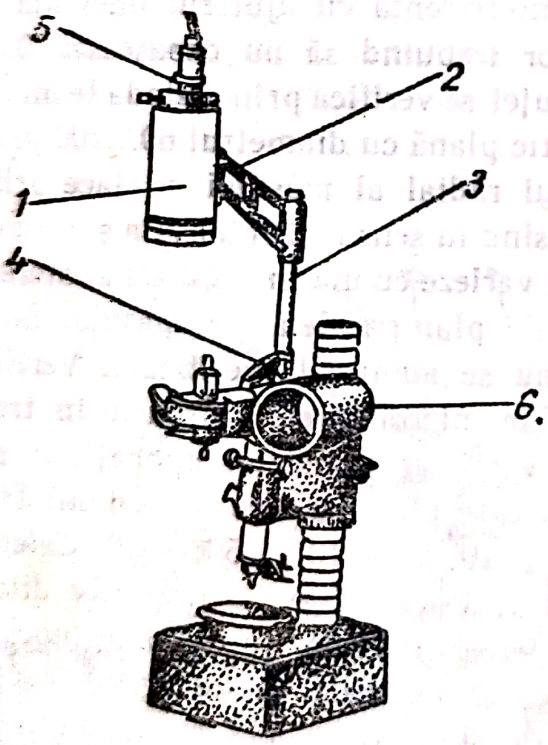


Fig. 37. Optimetru vertical cu proiecţie.

Scanned with OKEN Scanner

— optimetre orizontale cu ocular (fig. 38) care se compun din optimetrul propriu-zis şi stativ. Optimetrul propriu zis se compune din carcasă şi sistemul optic. Carcasa se compune din braţ şi

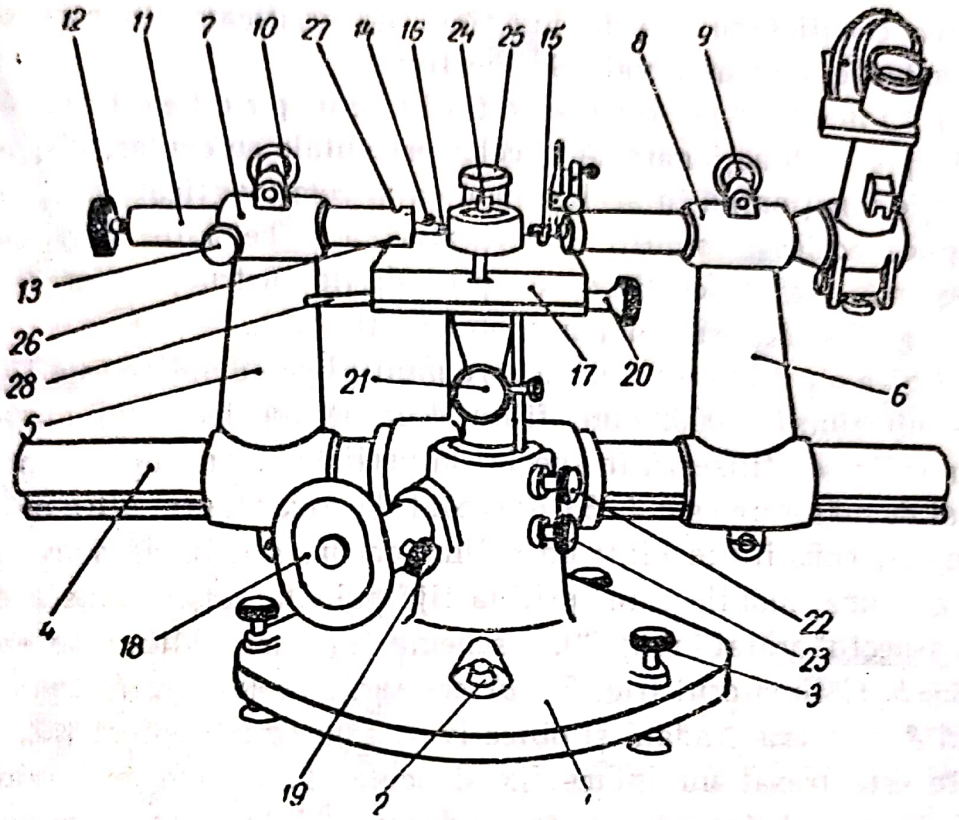


Fig. 38. Optimetru orizontal cu ocular.

tub. Stativul se compune din: postamentul *1* prevăzut cu o nivelă cu bulă de aer *2* şi cu 3 şuruburi de calare *3*, arborele de ghidaj *4* care are în lungimea sa un şanţ pe care alunecă suporturile *5* şi *6* prevăzute cu braţările *7* şi *8* în care se fixează optimetrul propriu zis şi pinola cu şuruburile *9* şi *10* (pinola este prevăzută cu un şurub micrometric cu arc *12* care se poate bloca cu şurubul *13*), tija de măsurare la care se fixează cu ajutorul şuruburilor *14* şi *15* vîrful palpator *16*, măsuţa *17* fixată pe arborele de ghidaj şi care are roata de manevră *18*, şurubul *19* care blochează roata de manevră, şurubul *20* care deplasează măsuţa pe direcţie orizontală, pîrghia *21* care roteşte măsuţa în jurul axei verticale, şuruburile *22* şi *23* pentru fixarea limitatorilor cursei verticale şi optimetrul mobil *24* aşezat în spatele mesei şi care este fixat cu ajutorul piuliţei *25*. Pentru măsurări interioare, sînt prevăzute cu accesorii adecvate, unele pentru măsurări între 15,5...26,5 mm şi altele, între 26,5...150 mm. Principiul de funcţionare este acelaşi ca la optimetrul vertical. Poziţia tijei palpatorului pinolei trebuie să poată fi reglată perpendicular pe direcţia axei de măsurare cu două şuruburi aşezate după două direcţii perpendiculare. Diametrul tijei palpatorului pinolei este de 5 mm, iar

Scanned with OKEN Scanner

dispozitivul pentru măsurări interioare trebuie să asigure repetabilitatea indicaţiilor în limita 0,0003 mm. Erorile tolerate sînt aceleaşi ca la optimetrele verticale cu ocular, operaţiile de verificare fiind de asemenea aceleaşi. Se verifică potrivit instrucţiunilor 79-59. Nu se marchează, verificarea certificîndu-se prin buletinul de verificare, în care se trec pentru valorile indicate, valorile efective;

— optimetrele orizontale cu proiecţie, au acelaşi principiu de funcţionare ca al celor orizontale cu ocular, dispozitivul de proiecţie funcţionînd în acelaşi mod ca al celor verticale cu proiecţie. Li se aplică aceleaşi condiţii constructive ca la celelalte, verificîndu-se în acelaş mod, în conformitate cu prevederile Instrucţiunilor 79-59 (A se vedea şi verificarea comparatoarelor Abbe);

— ultraoptimetre, la care multiplicarea optică este 1/5000 şi valoarea diviziunii 0,0002 mm, fiind deci de precizie mai mare decît optimetrele [1]); se utilizează în special la verificarea calelor plan-paralele. Domeniul de măsurare este ± 83 μm. Sînt de două tipuri: ultra-optimetre cu colimaţie, constituite dintr-un colimator, un sistem de două oglinzi, dintre care una mobilă care sprijină tija palpatoare şi o lunetă de măsurat au aspectul arătat în fig. 39, *a*, schema de principiu fiind reprezentată în fig. 39, *b*. Colimatorul (fig. 39, *b*) are sursă de lumină *1*, condensator *2*, reticul *3* cu scară gradată şi obiectiv *4*. Luneta are obiectiv *7*, reticul *8* pe care este trasat un indice fix şi ocular *9*. Razele de lumină provenite de la sursa *1* sînt adunate în condensatorul *2* şi iluminează reticulul *3*, de unde, din fiecare punct pleacă cîte un fascicul conic de raze pe care obiectivul *4* le trimite în continuare în forma unui fascicul de raze paralele care se reflectă pe oglinda mobilă *5*, apoi pe cea fixă *6* şi din nou pe cea mobilă *5*, după care sînt îndreptate pe obiectivul *7* al lunetei care le adună în punctul său focal unde se află reticulul *8* pe care se formează imaginea scării gradate trasate pe reticulul *3* al colimatorului. Dacă oglinzile *5* şi *6* sînt paralele, caz în care piesa care se măsoară nu are abateri, reperul zero al scării gradate coincide cu indicele fix de pe reticulul *8*. Dacă piesa are abateri, sub acţiunea tijei palpatoare oglinda mobilă se va roti iar razele de lumină datorită dublei reflexii vor suferi o deviaţie mai mare de 4 ori decît unghiul cu care a fost rotită oglinda, deviaţie care va fi şi mai mult amplificată de ocular. Ultraoptimetrele sînt închise în cutii izolate termic cu peretele frontal din sticlă specială care reţine radiaţiile calorice. În exterior se găsesc: pîrghia pentru ridicarea tijei palpatoare, ocularul şi dispozitivul pentru reglarea fină;

— ultraoptimetre cu autocolimaţie, denumite impropriu „ultraoptimetre cu proiecţie" sînt construite după schema de principiu din fig. 40. Razele de la sursa luminoasă sînt adunate

[1]) Se pot estima 0,02 μm.

Scanned with OKEN Scanner

de o lentilă-condensor, apoi cu ajutorul prismei de iluminare ajung pe un reticul pe care se află trasată scara gradată, de la care pleacă cîte un fascicul conic de raze care sînt proiectate de obiectiv în fas-

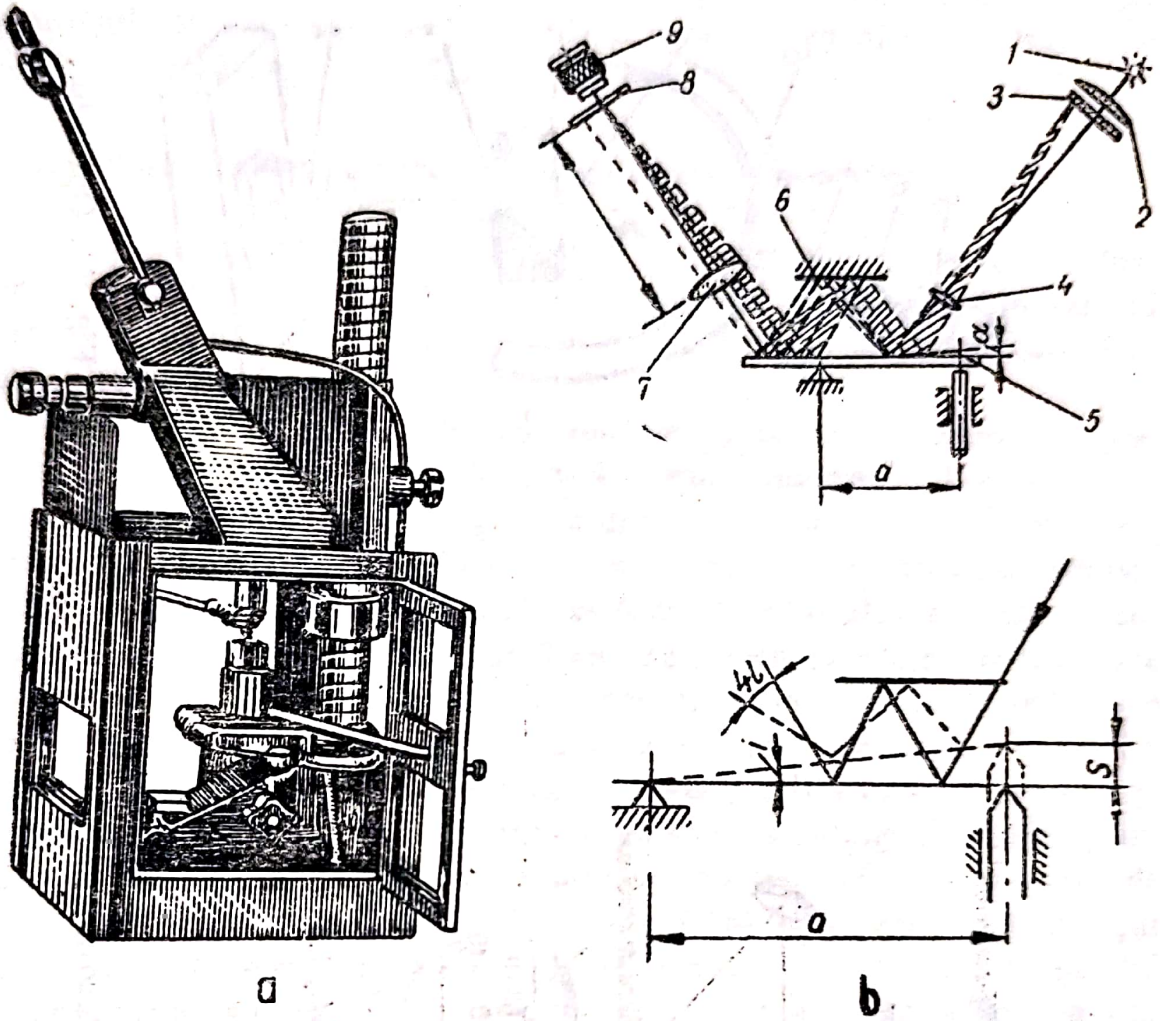


Fig. 39. Ultraoptimetru:
a — aspectul general: *b* — schema de principiu.

cicul de raze paralele şi sînt apoi reflectate de 11 ori cu ajutorul oglinzii fixe şi oglinzii mobile una fiind faţă de alta într-un anumit unghi, după care obiectivul le adună într-un punct al reticulului, formînd astfel imaginea scării gradate care printr-un sistem de proiecţie (ocular sistem de oglinzi), este proiectată pe o placă de sticlă mată (ecran)

La ambele tipuri, elementele constructive sînt supuse la aceleaşi condiţii ca la optimetre, reglările şi verificările făcîndu-se în acelaşi mod.

— o p t i c a t o a r e, sînt tot comparatoare optico-mecanice, la care deplasările tijei palpatoare ale dispozitivului de palpare cu bandă-arc răsucită sînt arătate amplificate de 5000 sau 10 000 de ori printr-un spot luminos pe o scară gradată. Schema de principiu este arătată în fig. 41. Se compune din tija palpatoare *1* fixată pe partea superioară de un arc *2* de care este fixat un capăt al benzii-arc răsucite *3* şi care este solidară

Scanned with OKEN Scanner

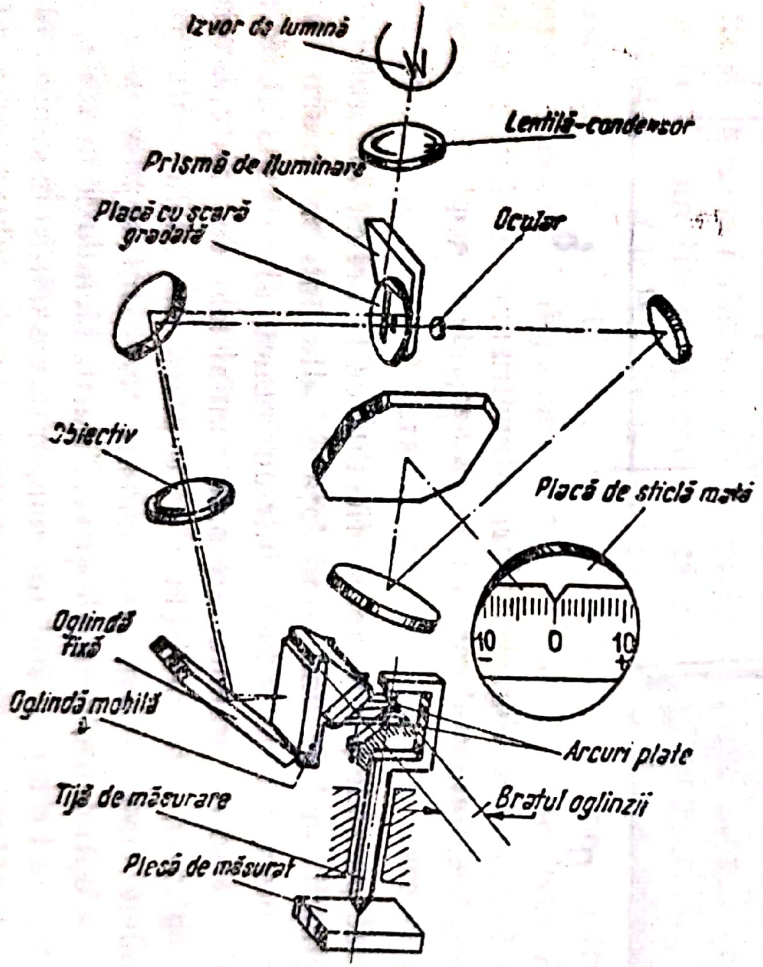


Fig. 40. Ultraoptimetru cu autocolimație.

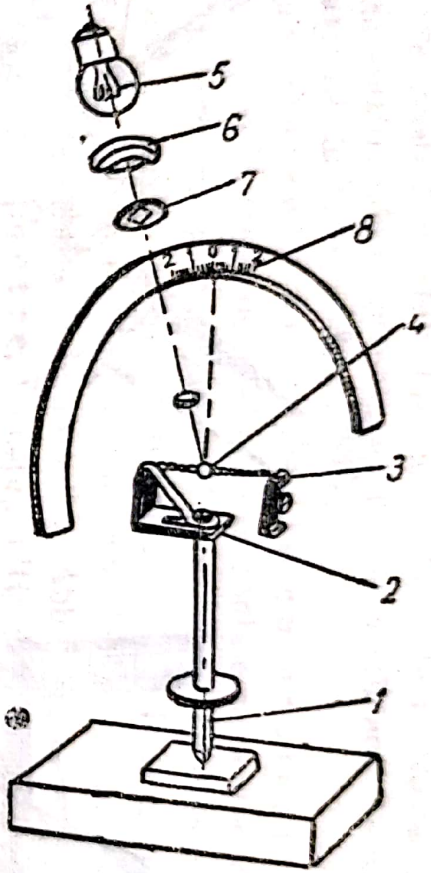


Fig. 41. Opticator.

Scanned with OKEN Scanner

cu o oglindă oscilantă *4* care reflectă razele primite de la o sursă *5* Aceste raze sînt adunate de un condensator *6* şi trimise pe un reticul *7* pe care se află trasat un indice. Fasciculul formează pe un ecran *8* spotul luminos. Este prevăzut cu repere optice pentru toleranţă, reglabile pe tot intervalul de indicare. Se construiesc pentru domeniile de măsurare — 12 μm...+12 μ m şi —12 μm...+25 μm.

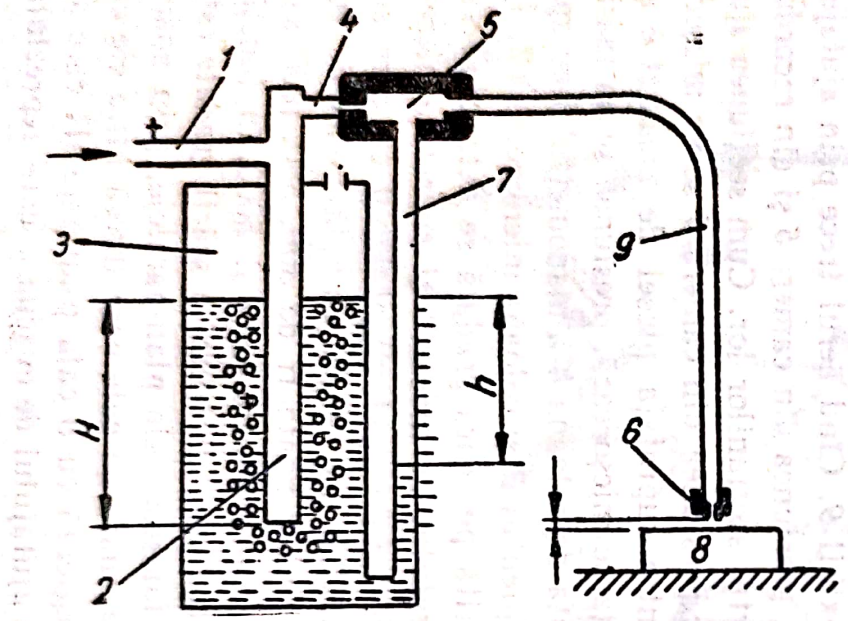
g. Aparate comparatoare cu amplificare pneumatică

Comparatoare pneumatice, a căror funcţionare se bazează pe diferenţa mică de presiune a unui curent de aer care se produce cînd variază distanţa dintre orificiul prin care se scurge aerul şi piesa supusă măsurării. Distingem:

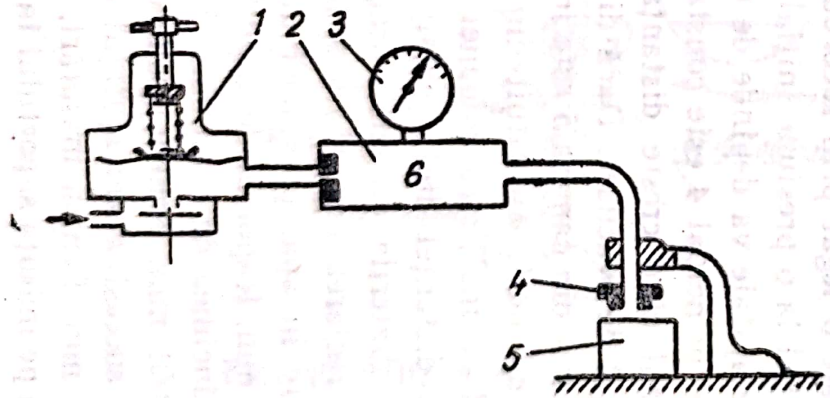
— *comparatoare pneumatice cu manometru*, la care diferenţa de presiune a aerului se măsoară cu ajutorul unui manometru. Pot fi:

— comparatoare pneumatice cu manometru tub în formă de U (fig. 42, *a*), la care aerul vine cu o presiune de 3,5...5 at, pătrunde în tubul *1* şi se destinde în tubul *2* care este cufundat pe adîncimea H într-un vas *3* cu apă. Dacă presiunea aerului care intră este mai mare decît presiunea exercitată de coloana de apă *H* (de obicei 500 mm), diferenţa de presiune se va anula, deoarece o parte din aer va trece prin apă şi va ieşi în atmosferă, astfel încît în tubul *2* şi respectiv în camera *5* se va menţine o presiune constantă. Ajutajul principal *4* este în comunicaţie prin intermediul camerei *5* cu ajutajul de evacuare *6* legat prin racordul flexibil *9*. Cînd aerul trece prin ajutajul principal la o presiune iniţială *H*, presiunea din camera *5* şi din racordul dintre ajutaje va depinde de raportul secţiunilor lor. Cum secţiunea ajutajului principal *4* este constantă, presiunea din camera *5* se va micşora în cazul cînd creşte distanţa dintre suprafaţa piesei de măsurat *8* şi ajutajul de evacuare. Dacă distanţa se micşorează, presiunea se va mări. Presiunea din camera *5* este indicată de coloana *h* a manometrului cu apă în formă de U constituit din recipientul *3* şi coloana micrometrică *7*. În raport cu înălţimea coloanei *h* citită pe scara gradată se determină valoarea distanţei dintre capul aparatului de măsurat şi suprafaţa piesei adică abaterile dimensiunilor piesei în raport cu etalonul cu care s-a făcut reglarea prealabilă a aparatului. În raport cu adîncimea de cufundare în apă, presiunea din tubul *2* poate fi de 300, 500, 1000 sau 1 200 mm. Raportul de amplificare variază între 4000 şi 5000, în funcţie de adîncimea de cufundare. Valoarea unei diviziuni a scării gradate este de 0,001 mm. Pentru gradare se folosesc cale plan-paralele, prin adăugarea succesivă sub ajutajul de evacuare de cale care diferă între ele cu 0,001 mm. Pentru măsurări, se reglează cu o cală plan-paralelă care se aşază pe măsuţa suportului în faţa ajutajului de evacuare care reprezintă

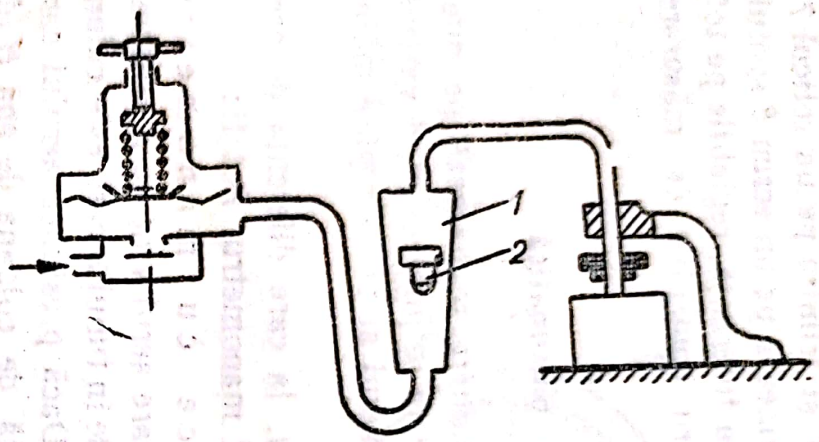
Scanned with OKEN Scanner



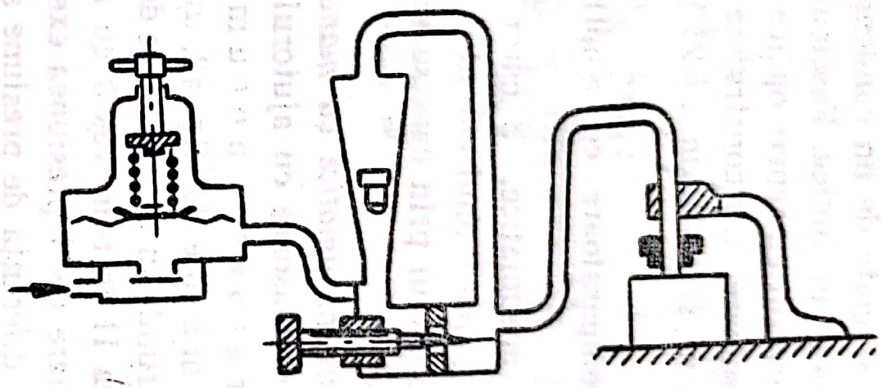
a



b



c



d

Fig. 42. Comparatoare pneumatice:
a — cu manometru în formă de U; *b* — cu manometru cu element elastic; *c* — cu rotametru în serie; *d* — cu rotametru în derivație.

capul de măsurare. Se scoate cala, se aşează piesele de măsurat şi se citesc indicaţiile pe scara gradată. Pentru măsurări de diametre interioare (alezaje) se folosesc ajutaje-tampon calibrate, interschimbabile, pentru diferite diametre, începînd de la 3 mm. Verificarea indicaţiilor se face tot cu cale plan-paralele, erorile tolerate fiind ca la optimetre. Se verifică iniţial şi anual;

— comparatoare pneumatice cu manometru cu element elastic (fig. 42, *b*) au avantajul faţă de precedentele că se pot folosi şi la măsurarea pieselor cu suprafeţele umede. Funcţionează cu presiuni mai ridicate, 5...6 at. Aerul intră într-un filtru în care e curăţat de praf şi intră în regulatorul de presiune *1*, care asigură o presiune constantă de 2 at, apoi prin ajutajul de intrare *2* intră în camera de detentă *6* în care este montat manometrul *3* gradat direct în micrometri şi este prevăzut cu două indicatoare de toleranţă. Din camera de detentă aerul trece la capul de măsurare *4* şi prin ajutajul format între acesta şi piesa de măsurat *5* iese în atmosferă. Se verifică cu cale plan-paralele. Verificarea se face ca şi la cele precedente;

— *comparatoare cu rotametru*, la care înălţimea la care stă plutitorul rotametrului depinde de viteza de trecere a aerului care este cu atît mai mare, cu cît distanţa dintre ajutajul capului de măsurare şi suprafaţa piesei de măsurat este mai mare. Pot fi:

— comparatoare cu rotametru în serie (fig. 42,*c*), constituite dintr-un tub conic de sticlă *1* fixat vertical (cu capătul larg spre partea superioară) prin care trece aerul de jos în sus şi susţine plutitorul metalic *2* care rămîne la o anumită înălţime în echilibru în momentul în care între plutitor şi pereţii tubului conic se formează un astfel de spaţiu inelar, încît curentul de aer care trece prin el compensează atît greutatea plutitorului, cît şi forţa de frecare dintre aer şi plutitor. Suprafaţa superioară a plutitorului serveşte ca indicator pentru citirea ndicaţiilor pe scara gradată aşezată lîngă tub. Valoarea unei diviziuni a scării gradate depinde de conicitatea tubului şi de greutatea plutitorului (variază de la model la model). Justeţea indicaţiilor se face cu cale plan-paralele. Se verifică iniţial şi anual;

— comparatoare cu rotametru în derivaţie (fig. 42, *d*) sînt construite şi funcţionează pe acelaşi principiu. Se verifică iniţial şi anual, justeţea indicaţiilor verificîndu-se cu cale plan-paralele.

— *comparatoare pneumo-electrice* (bolometrice) care se folosesc în special la verificarea în serie a pieselor şi la controlul automat al dimensiunilor în timpul prelucrării, funcţionează potrivit schemei din fig. 43 Aerul vine cu o presiune reglată de regulatoarele *1* şi intră în tubul de aer care este ramificat, una din ramuri fiind terminată cu orificiul *2* care este calibrat şi prin care o parte din aer iese în atmosferă, iar prin cealaltă, o parte ajunge la dispozitivul de măsurat. În cele două ramuri

Scanned with OKEN Scanner

ale tubului se află cîte un fir metalic de rezistenţă R_1 şi R_2 conectate în punte Wheatstone alimentată de un acumulator. Pentru echilibrare, adică pentru aducerea galvanometrului *3*, la poziţia zero şi pentru re-

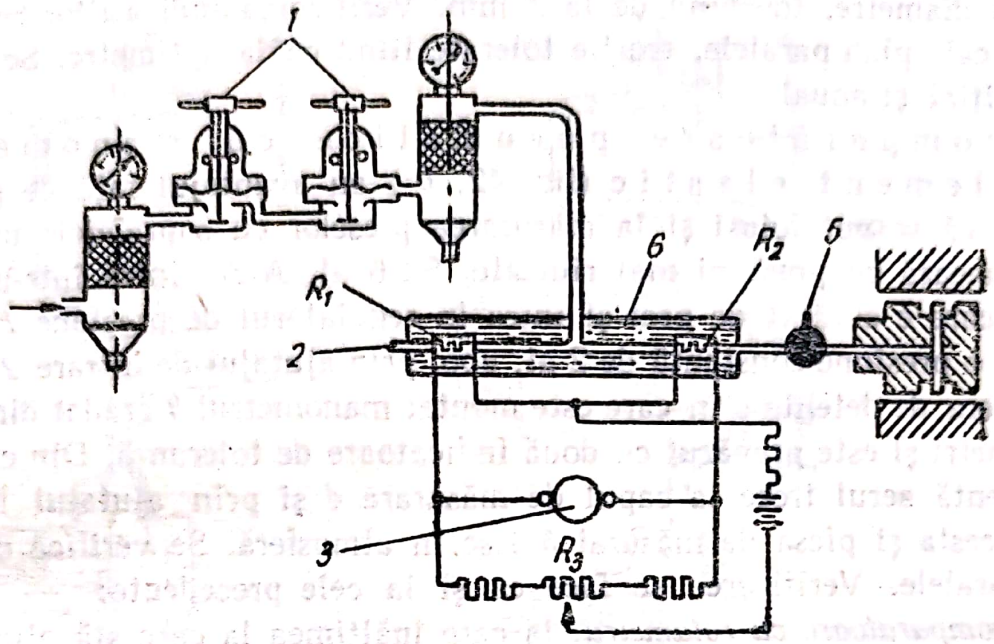


Fig. 43. Comparator pneumo-electric.

glarea încălzirii, se foloseşte reostatul R_3. Pentru verificarea echilibrării punţii este prevăzut un robinet *5* prin care cea de-a doua ramură a conductei de aer se conectează la orificiul de evacuare care are diametrul egal cu cel al orificiului *2*. În această poziţie galvanometrul trebuie să fie la zero. Cele două ramuri ale conductei de aer sînt aşezate într-o baie de ulei *6*. Rezistenţele R_1 şi R_2 fiind egale şi de asemenea cei doi curenţi de aer fiind egali, dacă rezistenţele se răcesc diferit, rezultă că variază indicaţia galvanometrului. Se verifică iniţial şi anual, avînd aceleaşi erori tolerate ca ale comparatoarelor verticale obişnuite;

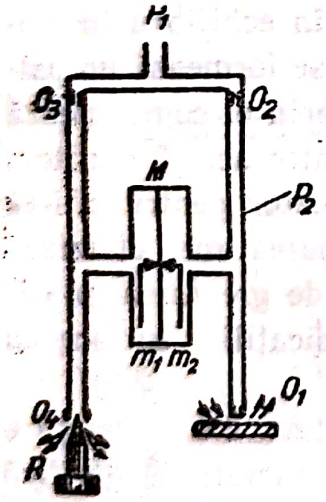


Fig. 44. Comparator pneumatic etamic.

— *comparatoare pneumatice „etamic"*, care se caracterizează prin timpul foarte scurt de obţinere a stabilităţii în măsurări (0,01 s), se întrebuinţează pentru controlul dimensiunilor exterioare şi interioare, suprafeţele putînd fi cilindrice etc. Funcţionează potrivit schemei din fig. 44. Aerul vine cu o presiune reglată P_1 şi trece prin ajutajele O_2 şi O_3. De la ajutajul O_2 aerul trece prin ajutajul de măsurare O_1, iar de la O_3 către robinetul conic R care închide progresiv ieşirea O_4. În derivaţie la mijlocul celor două tuburi se află o capsulă manometrică *M* cu membrană elastică, care atîta timp cît distanţa de la ajutajul O_1 pînă la suprafaţa piesei

Scanned with OKEN Scanner

din fața sa, rămîne aceeași cum a fost în momentul reglării ieșirii O_4 cu robinetul conic R, rămîne în poziție de repaus. Dacă se mărește distanța dintre piesa de măsurat și ajutajul O_1, atunci presiunea între ajutajele O_2 și O_1 va scădea (iar dacă distanța se micșorează presiunea va crește), membrana se va curba, într-o parte respectiv în alta, închizînd

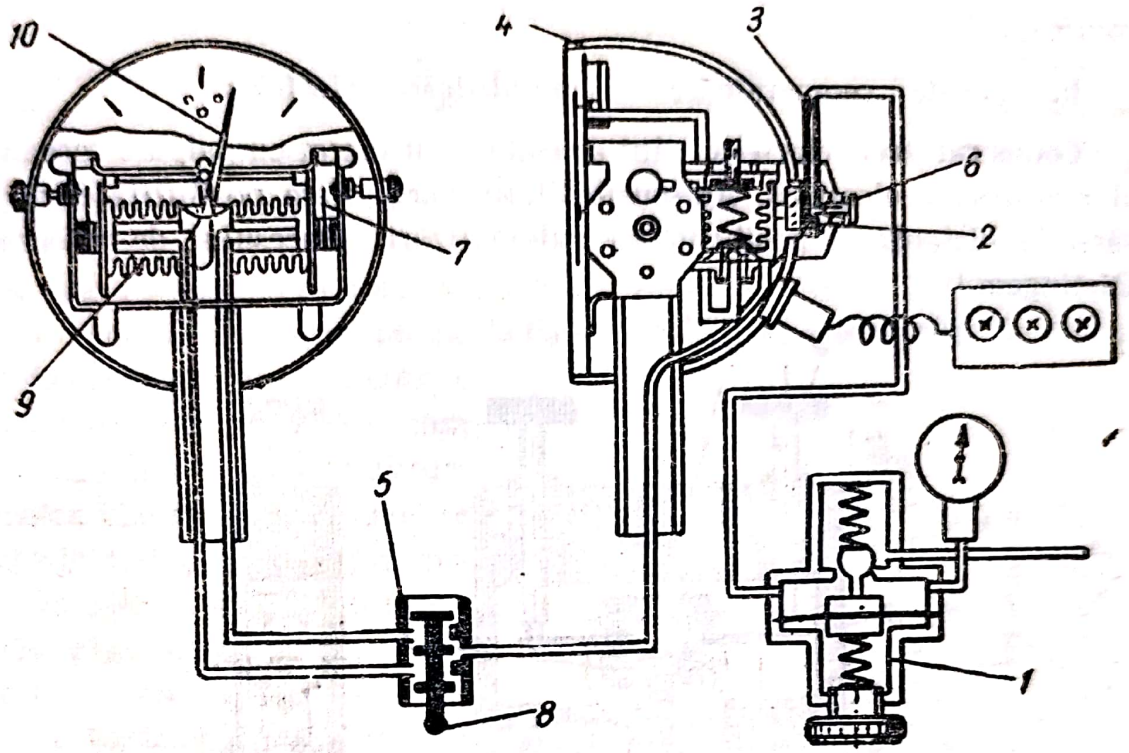


Fig. 45. Deltametru.

contactul electric m_1 sau m_2, transmițîndu-se astfel un semnal la mașina-unealtă pentru întrerupere. Presiunea de lucru la aceste comparatoare este 4—6 at. Eroarea de măsurare nu depășește 0,1 μm. Se reglează cu cale plan-paralele. Condițiile și verificarea sînt aceleași ca la toate comparatoarele pneumatice;

— *deltametre*, care se folosesc în procese de măsurare semiautomatizate și automatizate bazate pe metoda pneumatică, funcționează potrivit schemei din fig. 45. De la compresor aerul trece prin reductorul de presiune *1*, filtrul *2* și regulatorul de presiune *3* montat în carcasa aparatului indicator *4*, de unde ajunge la capul de măsurat *5*. Regulatorul de presiune este format dintr-un burduf *9* cu resort și dintr-un șurub de reglare *6* a cantității de aer necesare. Contactele electrice *7* stabilesc legăturile pentru semnalizare. Dacă tija de palpare *8* se află în repaus, adică în partea inferioară, aerul trece prin camera superioară a capului de măsurat și deci presiunea totală influențează asupra părții stîngi a sistemului regulator cu burduf *9* iar acul indicator *10* va trece în partea „minus". Dacă tija de palpare se deplasează în sus, curentul de aer va crește spre camera inferioară din care cauză presiunea crește în partea

Scanned with OKEN Scanner

dreaptă a burdufului iar acul indicator se va deplasa spre partea „plus" a scării gradate.

Aparatele de acest fel au o amplificare de 30 000 ori, distanța dintre două repere corespunzătoare pentru 1 μm fiind 30 mm. Tensiunea de alimentare este 12 V, intensitatea fiind 0,5 A (curent alternativ sau continuu). Condițiile de verificare sînt aceleași ca la toate comparatoarele pneumatice.

h. Aparate comparatoare cu amplificare electrică

Comparatoarele electrice, sînt aparate de măsurat cu palpare mecanică și amplificare electrică. Au sensibilitate mare, oferă posibilitatea măsurării la distanță și posibilitatea automatizării procesului de măsurare. Distingem [1]:

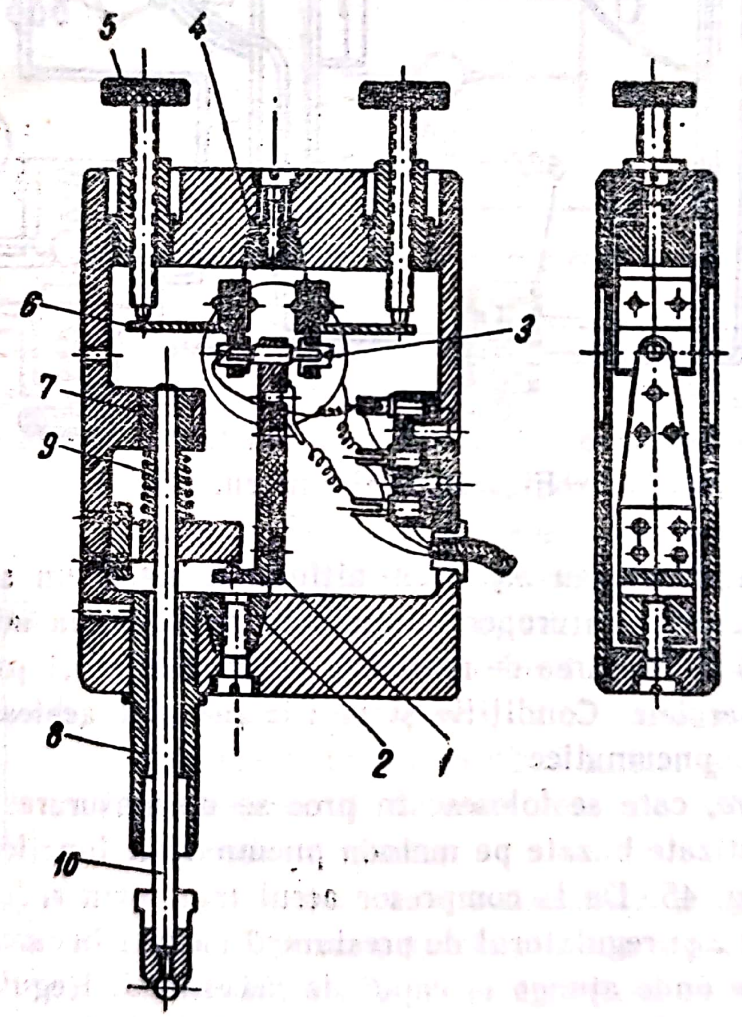


Fig. 46. Comparator cu contact.

— *comparatoare cu contact*, care servesc pentru a se constata dacă dimensiunile măsurate se încadrează în limitele prescrise și care în loc de scară gradată sînt prevăzute cu un sistem de semnalizări luminoase care arată dacă piesa este bună sau rebut. Schema de funcționare (fig. 46)

[1]) Se prezintă numai cele bazate pe principii de funcționare distincte.

Scanned with OKEN Scanner

este următoarea: pe tija de măsurare *10*, ghidată de bucşele *7* şi *8* este fixat un colier care acţionează pîrghia *1* a cărei axă de oscilaţie este constituită din arcul plat *2* fixat cu un capăt la corpul aparatului la care sînt montate contactele fixe *3* prin intermediul arcurilor plate *4*. Şuruburile de reglare *5* acţionează asupra contactelor *3* prin intermediul pîrghiilor *6* de care sînt izolate electric. Forţa de apăsare este dată de resortul *9*. Cînd pîrghia *1* este în poziţiile extreme din stînga sau din dreapta, se închide circuitul electric prin contactele *3* care sînt confecţionate din wolfram şi se aprind lămpile electrice din circuit. Dacă piesa controlată are dimensiunile între limitele permise, prealabil reglate pe aparat cu cale plan-paralele, pîrghia *1* nu închide nici un contact şi nu se aprinde nici o lampă, iar dacă nu corespunde, se aprinde lampa respectivă. Forţa de măsurare este 0,981 ... 2,943 N (0,100... 0,300 kgf) domeniul de măsurare 1 mm, iar cursa tijei de măsurare este 4 mm. Se execută în două clase de precizie erorile tolerate fiind $\pm$ 0,001 mm pentru clasa 1 şi $\pm$ 0,003 mm pentru clasa 2. Verificarea se face iniţial şi anual, justeţea indicaţiilor controlîndu-se cu cale plan-paralele iar condiţiile de funcţionare electrică, ca la toate aparatele electrice de măsurat;

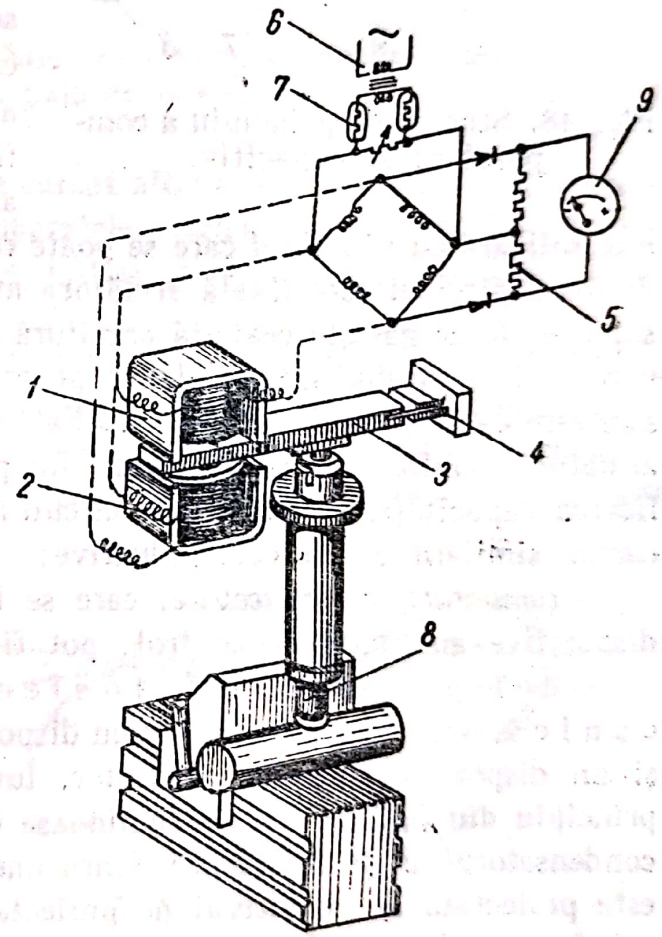


Fig. 47. Comparator inductiv.

— *comparatoare inductive*, care servesc la operaţii de control şi sortare sau în locul aparatelor cu amplificare mecanică. Schema de principiu (fig. 47) cuprinde doi electromagneţi *1* şi *2* aşezaţi cu polii faţă în faţă, între electromagneţi o armătură de fier *3* fixată în corpul aparatului cu ajutorul unui arc plat *4*, o rezistenţă *5*, care împreună cu bobinele electromagneţilor formează braţele unei punţi alimentată cu curent alternativ printr-un transformator *6* şi un stabilizator de tensiune *7*. Cînd armătura ocupă o anumită poziţie între poli, curentul pe diagonala punţii se reglează la valoarea zero, însă în orice altă poziţie prin diagonala punţii trece un curent cu intensitatea determinată de mărimea deplasării armăturii. Variaţia de curent provocată de deplasarea armă-

Scanned with OKEN Scanner

turii acționată de tija de măsurare *8* este indicată de galvanometrul *9*, gradat direct în μm. Se execută cu valoarea diviziunii de 0,001 mm sau de 0,002 mm, eroarea de indicație trebuind să nu depășească 0,5 din valoarea diviziunii, forța de măsurare fiind 3,924 N (0,400 kgf). Se reglează și se verifică cu cale plan-paralele, în aceleași condiții ca pentru toate comparatoarele;

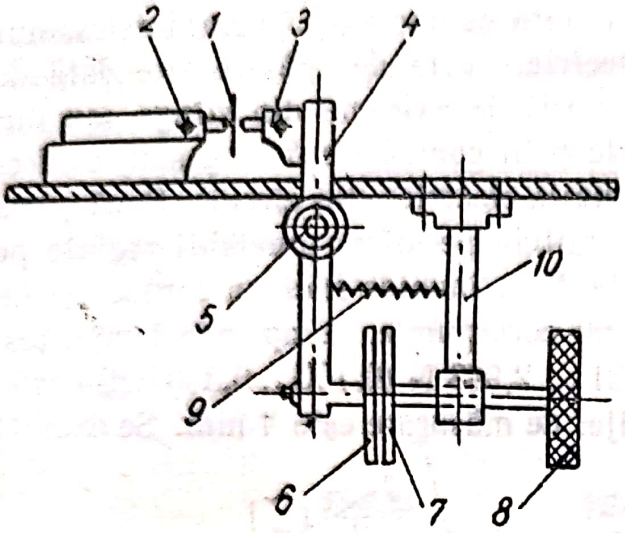


Fig. 48. Schema de principiu a comparatorului capacitiv.

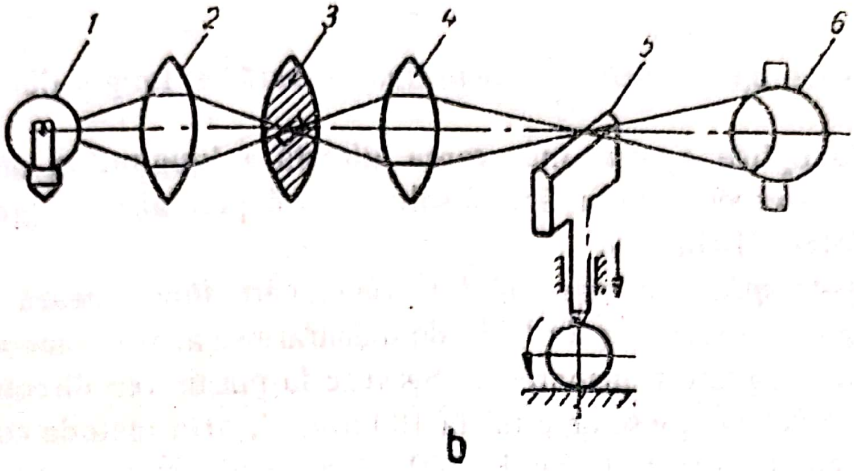
— *comparatoare capacitive*, care sînt bazate pe un principiu de funcționare asemănător cu al celor inductive, cu deosebirea că elementul care se deplasează este o armătură de condensator care schimbă în mod corespunzător capacitatea unui circuit electric; au schema de principiu ca în fig. 48. Piesa *1* de verificat se așează între fălcile *2* și *3*. Falca *3* este solidară cu pîrghia *4* care se poate roti în jurul axului *5*. La partea de jos a pîrghiei este fixată armătura mobilă *6* a unui condensator. În suportul *10* se găsește cealaltă armătură *7* a condensatorului și ea poate fi reglată cu șurubul micrometric *8* pentru punerea la zero. Forța de apăsare este dată de arcul elicoidal *9*. Abaterile piesei care se verifică face ca armătura mobilă *6* să se deplaseze din poziția inițială provocînd modificarea capacității și rezistenței circuitului electric. Reglarea și verificarea, similară ca la cele inductive;

— *comparatoare fotoelectrice*, care se folosesc la instalații, mașini și dispozitive automate de control; pot fi:

— comparatoare fotoelectrice cu palpare mecanică, care se compun dintr-un dispozitiv de iluminat cu fotoelement și un dispozitiv palpator obturator, funcționează conform schemei de principiu din fig. 49. Razele luminoase date de sursa *1* sînt adunate de condensatorul *2* și luminează fanta unei diafragme *3* a cărei imagine este proiectată de obiectivul de proiectare *4* în planul obturatorului *5* sub forma unui spot luminos, tangent la marginea obturatorului fixat la partea superioară a tijei palpatoare a cărei deplasare face ca obturatorul *5* să întrerupă parțial sau total fasciculul de lumină, modificînd iluminarea celulei fotoelectrice *6*. Se realizează astfel o variație a curentului emis de celula fotoelectrică corespunzătoare deplasării tijei palpatoare, respectiv a abaterii piesei care se verifică. Variația curentului emis de celula fotoelectrică se măsoară cu un galvanometru cu scara gradată în μm. Pentru a-i mări sensibilitatea, iluminarea celulei fotoelectrice este

Scanned with OKEN Scanner

intermitentă, prin întreruperea provocată de un disc dințat care rotește cu mișcare rapidă și ai cărei dinți întrerup fluxul luminos, ceea ce face ca celula fotoelectrică să producă un curent pulsator care este amplificat



b

Fig. 49. Schema de principiu a comparatorului fotoelectric cu palpare mecanică.

cu ajutorul unui amplificator de curent alternativ. Condițiile constructive sînt aceleași ca pentru toate aparatele electrice [1]). Se reglează cu cale plan-paralele. Verificarea se face inițial și anual, justețea indicațiilor verificîndu-se cale plan-paralele;

— comparatoare fotoelectrice cu palpare optică, care se folosesc în plus decît cele cu palpare mecanică, pentru controlul automat în timpul prelucrării, funcționează conform schemei de principiu reprezentată în fig. 50. Razele luminoase provenite de la sursa

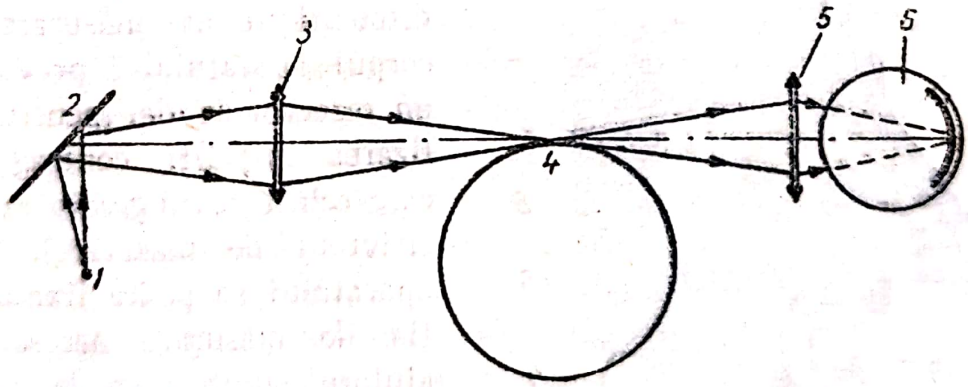


Fig. 50. Schema de principiu a comparatorului fotoelectric cu palpare optică.

1 sînt reflectate de oglinda *2* și trecute prin lentila *3* care le trimite sub forma de spot luminos, tangent la marginea piesei *4* care se verifică. Razele luminoase sînt apoi concentrate de lentila *5* pe celula fotoelectrică *6*.

[1]) Vezi la capitolul Mărimi electrice.

Marginea piesei *4* care se verifică întrerupe parţial sau total fluxul luminos şi deci iluminarea celulei fotoelectrice *6*, obţinîndu-se astfel o variaţie a curentului emis de celulă, corespunzătoare piesei care se verifică.

i. Aparate optice pentru măsurarea directă a lungimilor

Aparate optice pentru măsurarea directă a lungimilor, sînt aparate cu care se efectuează măsurări absolute, fără prealabila reglare cu cale plan-paralele. Distingem:

— *aparate optice de măsurat tip Abbe*, care funcţionează pe principiul lui Abbe, potrivit căruia linia de măsurare se află pe aceiaşi dreaptă cu axa scării gradate transparente. Servesc la măsurarea directă a dimensiunilor efective ale pieselor pînă la 100 mm şi, prin metoda comparaţiei, la piesele cu dimensiunile de la 100 pînă la 250 mm. Pot fi:

— aparate Abbe verticale (fig. 51) denumite şi „comparatoare verticale Abbe" întrucît, în afară de determinări prin metoda absolută pentru dimensiuni exterioare pînă la 100 mm se pot folosi şi la determinări prin metoda comparaţiei (pentru dimensiuni cuprinse între 100 şi 250 mm); sînt formate dintr-un suport masiv *1* pe care este fixată o coloană cilindrică filetată *3* şi o măsuţă *2*. Pe coloana cilindrică *3* cu ajutorul piuliţei *4* se poate deplasa dispozitivul de măsurare *5* şi corpul aparatului *7* prevăzut cu un rezervor de ulei (pentru amortizarea mişcării contragreutăţii care echilibrează greutatea dispozitivului de măsurare). Corpul aparatului se poate fixa în poziţia de măsurare necesară, cu ajutorul şuruburilor de fixare *6*. Dispozitivul de măsurare este compus din tija palpatoare *10*, microscopul fiind prevăzut cu vernier în spirală *9* şi dispozitivul de iluminare *8*. Tija palpatoare se poate fixa în poziţia dorită cu ajutorul şurubului *11*. Măsurarea se face coborîndu-se tija palpa-

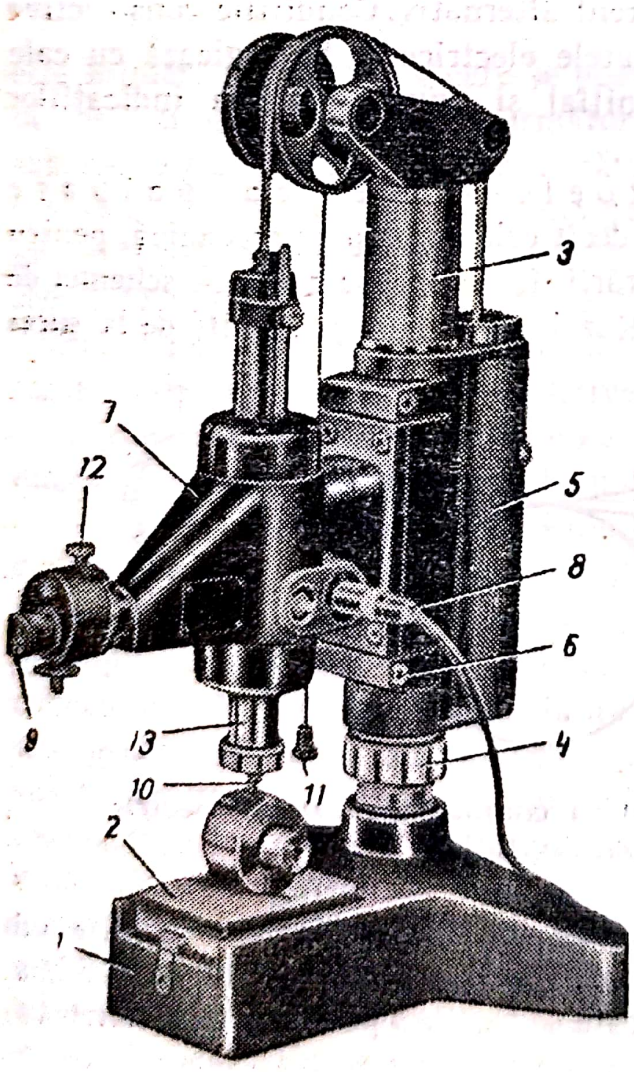


Fig. 51. Aparat Abbe vertical.

Scanned with OKEN Scanner

toare pînă ce vîrful de măsurare vine în contact cu măsuţa 2 cînd se face o primă citire, după care se ridică tija palpatoare cu ajutorul unui buton, se aşează pe măsuţă piesa de măsurat şi se aduce în contact vîrful de măsurare cu suprafaţa piesei şi se face a doua citire, diferenţa între prima şi cea de a doua citire fiind dimensiunea măsurată. Pentru dimensiuni mai mari de 100 mm aparatul se reglează la zero cu o cală de 100...150 mm, dimensiunea măsurată a piesei de măsurat fiind în acest caz diferenţa dintre cele două citiri plus dimensiunea calei de reglaj. Condiţii constructive: abaterea maximă de la planitate a suprafeţei de măsurare a măsuţei maximum ± 0,001 mm şi de la perpendicularitate maximum ± 1′. Timpul de coborîre al tijei de măsurare pentru toată lungimea scării trebuie să fie 10...17 s fără greutăţi adiţionale şi nu mai mic de 4 secunde cu greutăţi adiţionale pentru forţa de apăsare maximă de 0,490...2,452 N (0,050...0,250 kgf), valoarea forţei de măsurare fiind aceea prescrisă pentru diferitele piese supuse măsurării şi trebuind să rămînă constantă pe întregul domeniu de măsurare de 100 mm. Tija de măsurare nu trebuie să aibă joc radial care să ducă la erori mai mari de 0,0005 mm. Suprafeţele de măsurare ale palpatoarelor trebuie să fie plane şi paralele cu suprafaţa măsuţei, rotunjirea conturului către interior trebuind să nu depăşească 0,05 mm iar abaterea de la paralelism 0,0005 mm. Planul scării gradate şi axa scării trebuie să coincidă cu planul de deplasare a tijei de măsurare, abaterea maximă fiind 30″. Ocularul microscopului trebuie să se poată regla în limitele ± 5 dioptri. Puterea de mărire trebuie să fie egală cu 60 x, abaterea maximă admisă la indicaţie fiind ± 0,0005 mm. Cînd indicele fix se suprapune peste reperul zero al scării circulare, reperele scării de 0,1 mm trebuie să se situeze în mijlocul spiralelor. Indicaţiile aparatului nu trebuie să prezinte o variaţie mai mare de 0,0004 mm. Eroarea maximă admisă la măsurări, reprezentînd temperatura de 20 ± 3°C, este $\pm (10^{-3} + L.10^{-5})$ mm, unde L reprezintă lungimea măsurată în milimetri.

Verificarea se face în conformitate cu prevederile din Instrucţiunile 191-64. Verificarea orizontabilităţii suportului se face cu o nivelă de coincidenţă sau nivelă cu microscop, în două poziţii perpendiculare (abatere maximă ± 10′). Planeitatea suprafeţei de măsurare a măsuţei se verifică cu o sticlă plană cu diametrul 90...100 mm, benzile trebuind să apară neîntrerupte pe toate nervurile; perpendicularitatea suprafeţei pe planul de deplasare a tijei de măsurare se verifică cu un minimetru sau comparator cu valoarea de 0,01 mm (care se fixează perpendicular cu axa de măsurare a tijei) şi a unui echer (care se aşează pe măsuţă) pentru două poziţii reciproc perpendiculare, diferenţa indicaţiilor minimetrului sau comparatorului pentru reperele 0 şi 100 trebuind să nu depăşească 0,03 mm ceea ce corespunde abaterii de 1′. Verificarea forţei de apăsare se face cu o balanţă semiautomată de 1 kg. Verificarea jocului radial

Scanned with OKEN Scanner

se face cu o cală plan-paralelă cl. 1, cu lungimea de 10...20 mm. Se face contactul liber al palpatorului cu cala şi se citeşte indicaţia. Se apasă lateral asupra palpatorului şi se citeşte din nou indicaţia. Diferenţa nu trebuie să depăşească eroarea admisă de 0,0005 mm, operaţia repetîndu-se de cel puţin 15 ori. Planitatea suprafeţei de măsurare a palpatorului se face cu o sticlă plană. Nu trebuie să apară decît o singură franje de interferenţă [1]). Verificarea paralelismului suprafeţei de măsurare a palpatorului cu suprafaţa măsuţei se face cu o cală plan-paralelă cl. 1, de 8...10 mm, pentru patru poziţii reciproc perpendiculare, diferenţa maximă între cele patru citiri trebuind să nu depăşească abaterea admisă (0,0005 mm). Coincidenţa poziţiei axei scării cu planul de deplasare a tijei se verifică controlînd poziţia reperelor scării în raport cu reperele scării de micrometri de pe plăcuţa mobilă, aducîndu-se în contact extremitatea stîngă a reperului zero al scării cu extremitatea inferioară a scării de micrometri de pe plăcuţa mobilă şi aducîndu-se apoi reperul 100 al scării în aceiaşi poziţie, deplasarea admisă fiind 1/4 din intervalul unei diviziuni de pe scara de micrometri (corespunzătoare abaterii de cel mult 30″) Claritatea cîmpului vizual pentru limitele ± 5 dioptrii se face prin compensare optică cu lentile, astfel încît suma algebrică a dioptriilor lentilelor şi a valorii dioptriilor ochiului operatorului să fie egală şi de semn contrar cu valoarea dioptriilor la care este reglat ocularul. Paralelismul dintre indicele fix al scării cu diviziuni de 0,1 mm şi reperele scării de micrometri de pe placa mobilă se face prin suprapunerea indicelui fix peste reperele scării micrometrice, cînd indicele fix se suprapune peste reperul zero al scării de micrometri, reperele scării de 0,1 mm trebuind să se situeze strict între spiralele echidistante corespunzătoare fiecăruia dintre repere. Puterea de mărire a microscopului se verifică cercetînd în patru intervale diferite ale scării dacă intervalul dintre două repere consecutive este egal cu intervalul cuprins între prima şi a zecea spirală a scării de pe placa mobilă. Dacă microscopul nu măreşte exact, al doilea reper se va situa deplasat faţă de spirale. Se repetă operaţia de trei ori şi se ia media aritmetică a deplasărilor care nu trebuie să depăşească abaterea maximă de ± 0,0005 mm. Verificarea variaţiei indicaţiilor se face cu cale plan-paralele cu lungimi de 5...10 mm, măsurările repetîndu-se de 10...15 ori, diferenţa între indicaţiile extreme trebuind să nu depăşească variaţia maximă de 0,0004 mm. Eroarea indicaţiilor se verifică cu cale plan-paralele, în patru puncte distincte ale scării şi unul în intervalul 150...250 mm prin măsurări repetate în număr impar, media aritmetică trebuind să nu depăşească eroarea tolerată arătată mai sus [2]). Înainte şi după fiecare măsurare repetată, se verifică poziţia zero care nu

---

[1]) Ceeace corespunde la abaterea admisă de 0,0005 mm.
[2]) $\pm (10^{-3} + L \cdot 10^{-5})$ mm.

Scanned with OKEN Scanner

trebuie să prezinte o abatere mai mare de ± 0,0005 mm. Verificarea se face inițial și anual;

— aparate Abbe orizontale, denumite și „comparatoare orizontale Abbe" (fig. 52) servesc la măsurarea dimensiunilor liniare

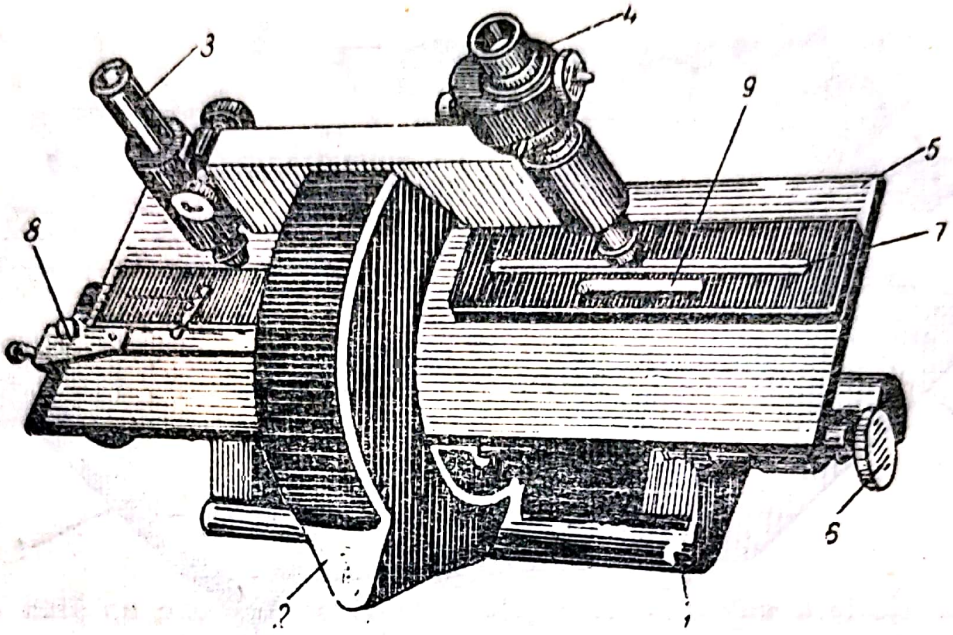


Fig. 52. Aparat Abbe orizontal.

de la 0...200 mm. Sînt alcătuite dintr-un postament rigid *1* pe care este fixat un suport *2* care dă posibilitatea înclinării cu 45° și care are fixate pe el două microscoape cu axele optice paralele, situate la o distanță permanent constantă, din care unul este pentru vizare *3* și altul pentru citire *4*, în care scop este prevăzut cu vernier spiral. Pe postament se află fixat un ghidaj cilindric și o riglă de ghidaj, pentru măsuța port-obiect *5* care se poate deplasa longitudinal, deplasarea fină făcîndu-se cu ajutorul unui șurub micrometric *6*. Pe măsuță, sub microscopul de citire *4* se află fixată scara de sticlă transparentă *7* gradată în milimetri și o riglă *8* pentru fixarea corectă a piesei de măsurat față de scara milimetrică, iar sub măsuță se află două oglinzi pentru iluminarea scării milimetrice și a piesei de măsurat. Măsurarea se face pe scara milimetrică cu ajutorul celor două microscoape, la temperatura de 20 ± 3°C, controlabilă cu termometrul *9* cu valoarea diviziunii 0,5°C. Verificările se fac inițial și anual;

— aparate universale pentru măsurarea lungimilor (fig. 53) servesc la măsurări directe pînă la 100 mm. Pentru dimensiuni mai mari (pînă la 400 mm) se reglează poziția zero cu cale plan-paralele 100, 200 și 300 mm. Se compun dintr-un batiu rigid *1* pe care se află două ghidaje pentru deplasarea păpușilor *2* și *3*. Pe una din păpuși *2* se găsește montat capul de măsurare care are tija palpatoare *4*

Scanned with OKEN Scanner

în extremitatea căreia se fixează vîrful de măsurare *5* corespunzător suprafeţei piesei care se măsoară. Tija este prevăzută cu o scară gradată din sticlă, cu valoarea diviziunii de 1 mm, ce se poate deplasa pe un ghidaj cu role. Citirea indicaţiilor se face cu un microscop cu vernier în spirală *6*.

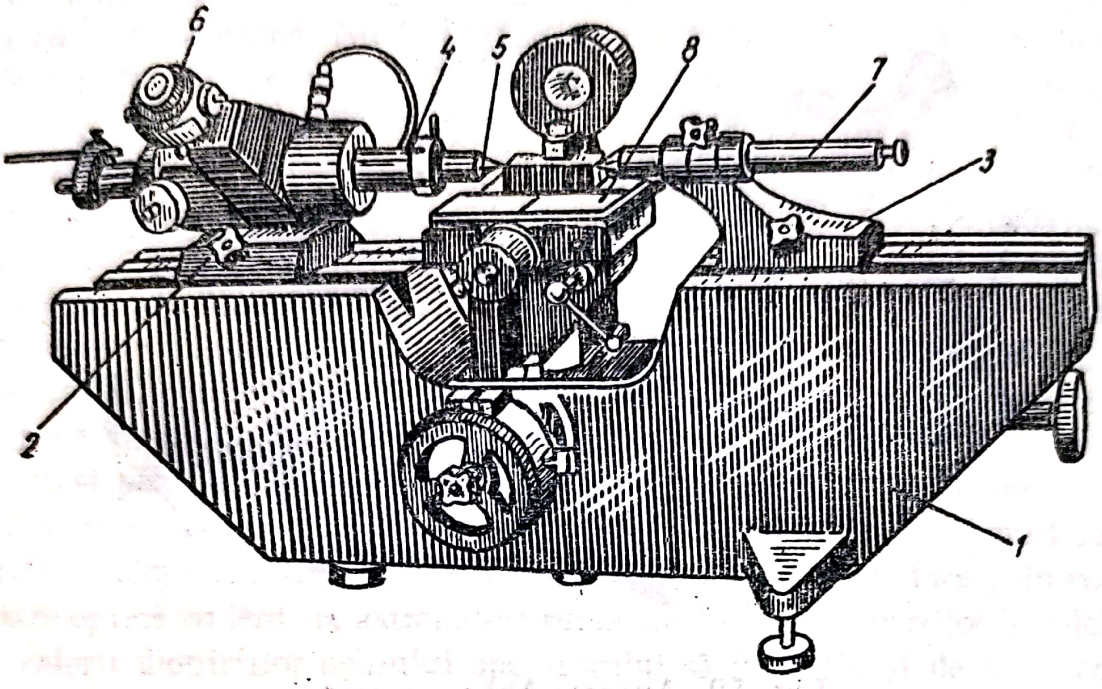


Fig. 53. Aparat universal pentru măsurarea lungimilor.

Pe păpuşa *3* este montată pinola *7* cu palpator prevăzut cu dispozitiv de avans fin. Pe batiu se află măsuţa port-obiect *8* care poate să basculeze în planul ei, să fie înclinată faţă de axa de măsurare şi să se deplaseze pe şasiu, deplasarea putînd fi măsurată. Aparatul poate fi folosit şi pentru măsurări interioare. Condiţiile pentru elementele de construcţie sînt aceleaşi ca la aparatele descrise care au piese similare. Idem modalitatea şi felul verificărilor;

— *maşini optice de măsurat* [1]) (fig. 54) care se construiesc pentru limite de dimensiuni exterioare de 1 000, 2 000, 4 000 şi 6 000 mm (MIZ-URSS) sau 1 000, 2 000, 3 000 şi 6 000 mm (Zeiss-R.D.G.) diferind între ele numai prin dimensiunile batiului şi lungimea scării decimetrice; se compun dintr-un batiu *1* prevăzut cu şuruburi de calare şi un ghidaj pe care se deplasează două păpuşi, una portmicroscop *2*, în care este fixat un microscop de citire *4* şi un optimetru aşezat cu axa palpatorului orizontală, şi cealaltă portpinolă *3*, care se poate deplasa pe toată lungimea ghidajului, spre deosebire de păpuşa portmicroscop care nu se poate deplasa decît pe o distanţă de 100 mm. Sub păpuşa portmicroscop se află o scară de sticlă gradată *7* cu lungimea de 100 mm şi cu diviziuni de 0,1 mm. Între

[1]) Denumire improprie; s-a generalizat datorită dimensiunilor mari pe care le au.

Scanned with OKEN Scanner

ghidajele batiului se fixează rigle de oțel prevăzute cu orificii situate la intervale de 100 mm unul de altul, în care sînt montate lamele de sticlă *6* cu două repere. Cele două păpuși au dispozitive optice identice formate din obiectiv *8* și *9* și prismă cu reflexie *10* și *11*, care se depla-

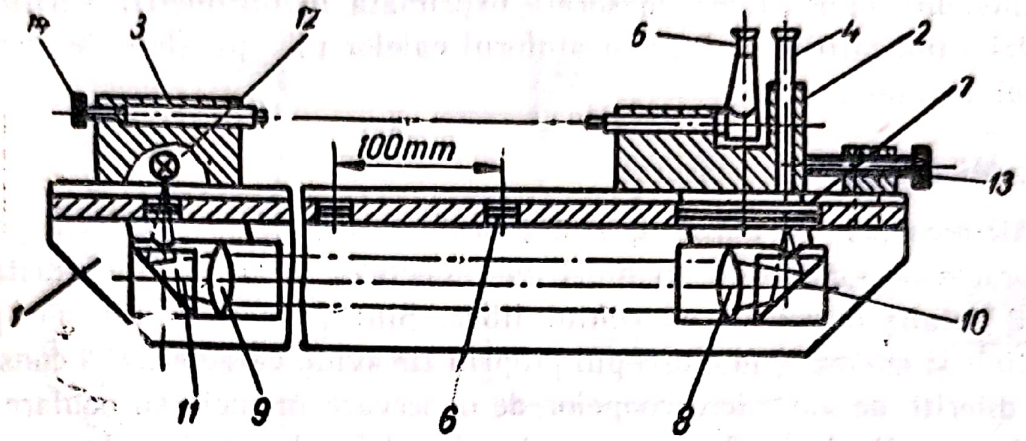


Fig. 54. Mașină optică de măsurat.

sează o dată cu păpușile respective. Reperele lamelelor *6* și ale scării *7* se găsesc în planul focal al obiectivelor *8* și *9*. Suportul portpinolă *3* are în interiorul său o sursă de lumină *12*, ale cărei raze sînt proiectate asupra lamei de sticlă deasupra căreia se află păpușa, lama avînd în față inferioară două repere (reper dublu) și o cifră care corespunde unui număr întreg de decimetri. Cu ajutorul sistemului optic format din prismele *9* și *10* și obiectivele *9* și *8* reperele și cifra înscrisă pe lamelă sînt proiectate pe scara gradată *7* astfel încît în cîmpul vizual al microscopului de citire *4* se pot observa diviziunile scării gradate *7* precum și reperele și cifra numărului de decimetri. La măsurări se poate folosi atît metoda directă, cît și metoda comparării (prin reglare). Pentru măsurări mașina se reglează la zero și cu ajutorul șurubului micrometric *13* se deplasează păpușa cu optimetrul pînă cînd reperul dublu de pe lama de sticlă se plasează simetric față de reperul zero al scării milimetrice, apoi se aduc în contact vîrful de măsurare al pinolei și cel al optimetrului și se rotește șurubul de avans fin *14* al pinolei pînă cînd indicele optimetrului ajunge la zero, după care pinola se fixează cu șurubul de fixare. Piesa de măsurat se așează pe măsuța port-obiect astfel încît să fie în contact cu vîrful de măsurare al pinolei și se apropie păpușa cu optimetru pînă cînd vîrful de măsurare al optimetrului vine în contact cu piesa de măsurat. Cu ajutorul șurubului micrometric se deplasează apoi păpușa pînă cînd imaginea reperului dublu se suprapune cu cel mai apropiat reper de pe scara milimetrică și se face citirea la microscopul de măsurare care indică milimetrii întregi și zecimile de milimetri, iar sutimile și miimile de milimetru se citesc pe scara optimetrului. Măsurările se

Scanned with OKEN Scanner

fac la temperatura de 20 ± 1°C. Eroarea tolerată la indicații pentru dimensiuni mai mici de 100 mm este de $\pm \left(0{,}0005 + \frac{L}{200\,000}\right)$ mm iar pentru cele mai mari de 100 mm, $\pm \left(0{,}0005 + \frac{L}{100\,000}\right)$ mm, în care L reprezintă dimensiunea măsurată exprimată în milimetri. Verificarea preciziei indicațiilor se face cu ajutorul calelor plan-paralele. Se verifică inițial și anual.

j. Microscoape de măsurat

Microscoapele de măsurat, sînt aparate optice focale destinate pentru măsurarea de lungimi și unghiuri ale obiectelor aflate la mică distanță, avînd detalii invizibile cu ochiul liber. Sînt formate din două părți esențiale și anume a) microscopul propriu zis avînd caracteristici constructive diferite de ale microscoapelor de observare întrucît au oculare prevăzute cu reticule gradate așezate în planul focal anterior al ocularului în care obiectivul microscopului formează imaginea mărită și reală a piesei care se măsoară și b) un ansamblu de piese și dispozitive accesorii necesare diferitelor feluri de măsurări (necesare la scule, calibre filetate, șabloane cu profil complicat etc). Distingem:

— *microscoape pentru măsurarea amprentelor (urmelor)* lăsate de aparatele pentru încercarea durității precum și a dimensiunilor liniare în limitele scării gradate pe reticulul acesteia, dintre care prezentăm, ca tip reprezentativ, microscopul Brinell, cu variantele sale;

— microscoape Brinell cu ocular micrometric [1]), (fig. 55), avînd limita de măsurare $L = 5$ mm, $L = 6{,}5$ mm sau 8 mm și valoarea diviziunii de 0,01 mm, 0,05 mm sau 0,1 mm. Se compun din corpul microscopului *1*, ocularul *2*, obiectivul *3*, sistemul de reticule (scară gradată și vernier) *4*, talpa microscopului *5*, butonul pentru acționarea scării gradate *6*, butonul pentru acționarea vernierului *7*, dispozitivul de iluminat *8*, precum și accesoriile necesare, inclusiv transformatorul pentru rețea de la 220 la 6 V sau dispozitiv de iluminare cu baterie electrică. Condiții tehnice: suprafețele metalice să fie protejate contra coroziunii; piesele optice să nu aibă defecte care pot influența precizia măsurărilor; reperele scării gradate să fie trasate din 0,1mm în 0,1 mm și numerotate din mm în mm, scara avînd 10 repere peste limita superioară de măsurare, pentru folosirea vernierului; reperele din 0,5 în 0,5 mm să fie mai scurte decît cele în mm și mai lungi decît cele din 0,1 în 0,1 mm, reperul zero trebuind să fie mai lung decît reperele de 1 mm și trasat cu linie întreruptă iar grosimea aparentă a reperelor să fie 10...20% din distanța aparentă dintre axele a două repere consecutive;

[1]) Descrierea nu este limitativă, în uz existînd și alte tipuri. Verificarea lor se face însă în mod similar.

Scanned with OKEN Scanner

deplasarea scării gradate în cîmp trebuie să fie de 2,5 mm; vernierul să asigure precizia de citire de 0,05 mm sau 0,01 mm și să aibe 10 diviziuni, reperul zero, marcat cu cifra 0, trebuie să fie mai lung și trasat între-

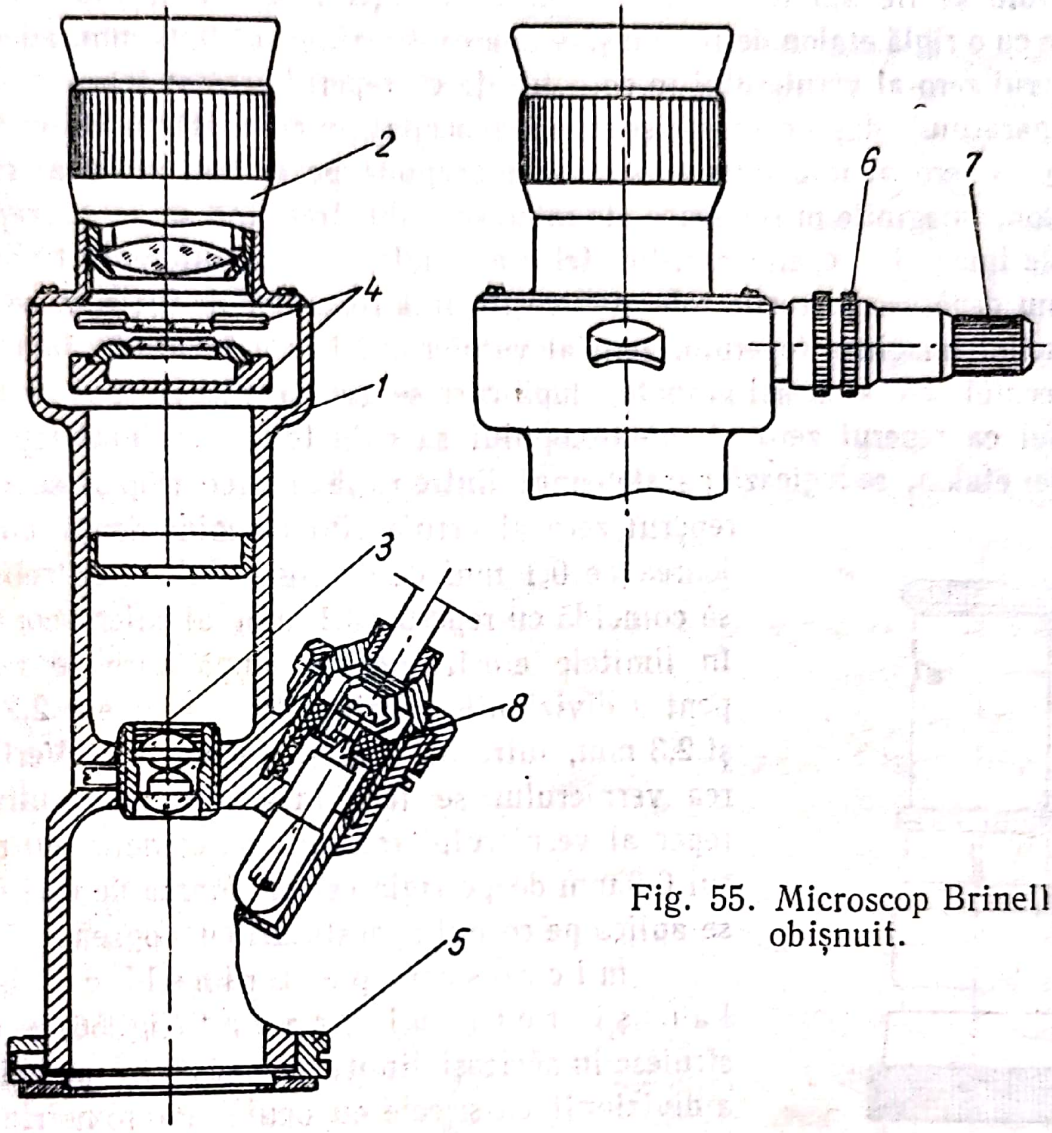


Fig. 55. Microscop Brinell obișnuit.

rupt; grosismentul total trebuie să fie de minimum 25 x sau de maximum 30 x; ocularul trebuie să permită reglarea în intervalul ±4 dioptrii; dispozitivul de iluminat să dea o iluminare uniformă, de preferat printr-un filtru galben-verzui, camera de iluminare trebuind să fie vopsită în alb; talpa să fie prevăzută cu inel de cauciuc; eroarea tolerată la cele cu valoarea diviziunii de 0,05 mm este 0,025 mm iar la cele cu valoarea diviziunii de 0,1 mm, de 0,05 mm; inscripțiile obligatorii sînt: emblema fabricii producătoare, seria și anul de fabricație, valoarea diviziunii și grosismentul. Verificarea se face în conformitate cu prevederile instrucțiunilor 167-62, inițial și anual. Verificarea domeniului de deplasare a cării se face cu o riglă etalon, aducînd dispozitivul de deplasare la unul din capete și suprapunînd reperul zero al microscopului pe unul din

Scanned with OKEN Scanner

reperele riglei etalon, după care se deplasează scara gradată la celălalt capăt şi se suprapune pe un alt reper al riglei, diferenţa dintre valoarea celui de al doilea reper şi al primului reprezentînd deplasarea scării, care trebuie să fie 2,5 mm. Verificarea exactităţii reperelor milimetrice se face cu o riglă etalon de 10 mm şi valoarea diviziunii de 0,01 mm, aducînd reperul zero al vernierului în coincidenţă cu reperul zero al scării gradate a aparatului, după care se aşează microscopul pe rigla etalon astfel încît reperul zero al microscopului să se suprapună pe primul reper al riglei etalon, imaginile milimetrice ale microscopului trebuind să se suprapună peste imaginile reperelor milimetrice ale riglei etalon, diferenţa trebuind să nu depăşească erorile tolerate; verificarea reperelor de 0,1 mm se face aducînd imaginea reperului zero al vernierului în coicidenţă cu imaginea reperului zero al scării gradate, după care se aşează microscopul pe riglă astfel ca reperul zero al microscopului să coincidă cu primul reper al riglei etalon, se reglează paralelismul dintre riglă şi microscop şi se aduce reperul zero al vernierului în coincidenţă cu valoarea de 0,1 mm de pe rigla etalon, el trebuind să coincidă cu reperul 0,1 mm al microscopului, în limitele erorii tolerate, după care se repetă pentru diviziunile cuprinse între reperele 2,2 mm şi 2,3 mm, între 3,3 mm şi 3,4 mm etc. Verificarea vernierului se face în acelaşi mod, ultimul reper al vernierului trebuind să coincidă cu reperul 0,9 mm de pe rigla etalon. Marca de verificare se aplică pe corpul aparatului, cu vopsea;

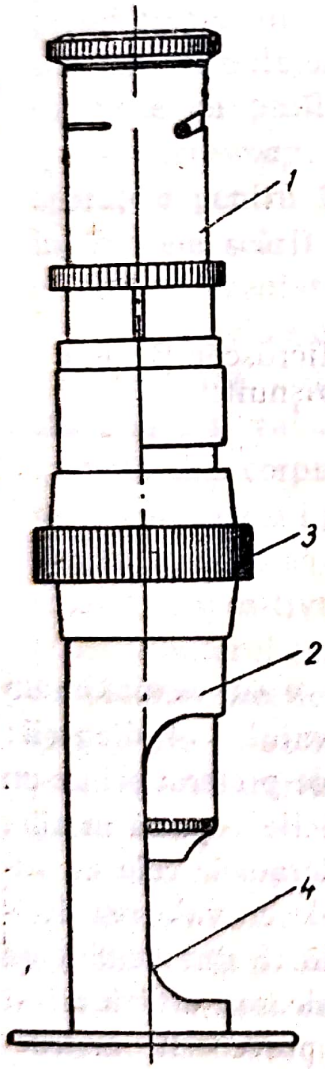


Fig. 56. Microscop Brinell cu ocular şi reticul gradat.

— microscoape Brinell cu ocular şi reticul gradat (fig. 56) se construiesc în aceleaşi limite de măsurare şi valoare a diviziunii ca şi cele cu ocular micrometric. Se compun din microscopul propriu-zis *1*, suportul microscopului *2*, brăţara de reglare *3*, fereastra pentru iluminarea obiectivului de măsurat *4* şi reticulului gradat în zecimi de milimetri montat între ocular şi obiectiv. Condiţiile tehnice, modalitatea verificării şi erorile tolerate sînt aceleaşi ca la microscoapele cu ocular micrometric, aplicîndu-se prevederile instrucţiunilor 167-62. Eroarea tolerată la exactitatea indicaţiilor pe orice interval al scării este $\pm 0{,}01$ mm, reticulele trebuind să nu aibă jocuri în ghidaj observabile cu ochiul liber. Reglarea pentru vizarea clară a reticulului se face din ocular, iar pentru claritatea imaginii cu ajutorul brăţării de reglare.

Scanned with OKEN Scanner

k. Aparate diverse

Aparate diverse. Pentru scopuri practice s-au realizat diferite alte tipuri. Dintre care distingem:

— *discuri de măsurat* folosite la măsurări care nu necesită precizie ridicată. Se execută în multiple variante. Sînt constituite, în general, dintr-un disc gradat care se poate roti pe un ax fixat la un mîner, circumferința avînd o lungime de 50, 100, 200 sau 500 mm, corespunzătoare gradării care este în milimetri și centimetri, reperele pentru centimetri fiind mai lungi decît cele pentru milimetri. Unele discuri au și repere pentru jumătăți de milimetru. Unele discuri sînt prevăzute cu dinți. Verificarea se face măsurîndu-se o lungime de referință. Eroarea tolerată este egală cu jumătate din valoarea unei diviziuni;

— *vîrtelnițe de laborator*, folosite la confecționarea jurubițelor din fire textile de lungimi date, necesare la determinarea fineței firelor, conform STAS 713-56. Pot fi acționate manual sau cu electromotor și pot fi sau nu prevăzute cu multiplicator de rotație. În general sînt constituite din vîrtelniță propriu zisă, dispozitiv de acționare, dispozitiv de măsurare, dispozitiv de conducere a firelor prevăzut cu suporturi pentru bobine și țevi, precum și postament. Jurubițele se fac de 100, 75, 50 sau 25 m. Perimetrul barelor (de perimetru pe care se înfășoară firul) într-un plan perpendicular pe axul de rotație (determinat de partea exterioară a barelor) trebuie să fie de 1 000 ±3 mm. Vîrful acului indicator de la discul dispozitivului de măsurare trebuie să acopere 2/3 din lungimea reperelor și să nu fie mai gros de 1/4 din mărimea unei diviziuni. O rotație completă a discului gradat trebuie să corespundă la 100 rotații ale vîrtelniței. Abaterea maximă admisă la verificarea indicațiilor pe scara gradată este de ±0,5 diviziuni cînd scara gradată are 100 diviziuni și de ± 0,1 diviziuni, cînd scara gradată are 20 diviziuni. Pe postament trebuie să aibă fixată prin 4 șuruburi (dintre care unul înecat într-o cavitate în care se toarnă cositor sau plumb pentru aplicarea mărcii de verificare) o placă metalică indicatoare, pe care, în afară de denumirea aparatului, emblema sau denumirea întreprinderii constructoare, numărul și anul de fabricație, trebuie să fie imprimat sau gravat, echivalentul unei rotații, ex. 1 rotație = 1 m (sau egală cu lungimea perimetrului aparatului). Verificarea lungimii perimetrului se face cu o panglică de măsurat din material neextensibil. la mijlocul și la cele două capete ale barelor de perimetru. Verificarea indicațiilor se face comparînd numărul real de rotații al vîrtelniței cu indicațiile cadranului, în care scop se aduce reperul zero al discului gradat în dreptul acului indicator, manivela fiind verticală, îndreptată în jos (la cele cu acționare manuală), după care se imprimă un număr de 25, 50, 75 și 100 de rotații și se observă ca pe scara gradată să corespundă tot atîtea diviziuni, în limita abaterii

Scanned with OKEN Scanner

tolerate. Se verifică numai inițial. Condițiile tehnice de construcție și funcționare, precum și modul de verificare, sînt arătate în instrucțiunile 76-59;

— *aparate Robell*, folosite la măsurările necesare căilor ferate (ecartamentul, supralărgirea și suprainălțarea căii). Se construiesc în trei variante: a) cu nivelă cu bulă de aer și pană gradată 0...150 mm (aparat Robell 5 normal); b) cu nivelă cu bulă de aer și pană gradată — 150...0...+ + 150 mm (aparat Robell 5 modificat) și c) identic cu Robel 5 normal, dar prevăzut cu izolare pentru lucrări la șinele sub curent electric (aparat Robel 25). Condițiile tehnice de construcție și funcționare, precum și metodica verificării sînt indicate în instrucțiunile 116-59. Eroarea tolerată la indicații este $\pm 0{,}5$ mm.

C. *CORECȚII DE TEMPERATURĂ*

Stabilirea corecției de temperatură. Temperatura de referință la măsurările de lungime industriale fiind 20°C, măsurile și aparatele de măsurat sînt construite în așa fel încît indicațiile lor sînt corecte la această temperatură, fapt pentru care sînt marcate vizibil cu inscripția „20°C". În operațiile de măsurare variația temperaturii [1]) trebuie cunoscută, pentru a se calcula erorile și deci efectua corecțiile necesare. Corecția de temperatură este valoarea care trebuie adăugată algebric la indicațiile mijlocului de măsurare pentru a se obține valoarea la temperatura de referință și este numeric egală și de semn contrar erorii datorită măsurării la altă temperatură decît cea de referință. Această eroare se calculează cu ecuația:

$$\Delta l = l[\alpha_1(t_1 - 20) - \alpha_2(t_2 - 20)] = l(\alpha_1 \Delta t_1 - \alpha_2 \Delta t_2)$$

în care:

Δl este eroarea măsurării;
l — lungimea nominală;
α_1 — coeficientul de dilatare liniară a piesei de măsurat;
α_2 — coeficientul de dilatare liniară a mijlocului de măsurare;
t_1 — temperatura piesei de măsurat;
t_2 — temperatura mijlocului de măsurare.

---

[1]) Variațiile de temperatură pot fi provocate de variațiile de temperatură din exteriorul și din interiorul încăperii în care se execută măsurările. (Radiațiile solare și ale corpurilor care emană căldură produsă de corpurile de iluminat, căldura corpului observatorului, etc.).

Scanned with OKEN Scanner

În cazul în care $\Delta t_1 = \Delta t_2 = \Delta t$, ecuația devine:

$$\Delta l = l \Delta t \, (\alpha_1 - \alpha_2)$$

adică, în cazul egalării temperaturilor, eroarea este dată numai de diferența dintre coeficienții de dilatare liniară. Exemplu. Temperatura într-un atelier este de 25° iar piesa are dimensiunea de 500 mm. După prelucrare, piesa are temperatura 40°C. Coeficientul de dilatare a oțelului din care este confecționată este $\alpha_1 = 13{,}5 \cdot 10^{-6}$, µm/grd.m iar al mijlocului cu care se măsoară (ex. calibru) este $\alpha_2 = 9{,}5 \cdot 10^{-6}$, µm/grd.m temperatura sa fiind 25°. Eroarea de măsurare va fi:

$$\Delta l = 500 \cdot 10^{-6} \, [13{,}5 \, (-20) - 9{,}5 \, (+5)] = -159 \ \mu m.$$

Dacă piesa de măsurat este din aluminiu ($\alpha_1 = 24 \cdot 10^{-6}$) și mijlocul de măsurare din oțel ($\alpha_2 = 9{,}5 \cdot 10^{-6}$), rezultă:

$$\Delta l = 500 \cdot 10^{-6} \,]24(-20) - 9{,}5(+5)] = -216 \ \mu m.$$

Corecțiile respective vor fi deci +159 µm și +216 µm.

Trebuie ca piesele ce se măsoară și mijlocul de măsurare să aibe pe cît posibil aceeași temperatură, în care scop ele trebuie ținute în încăperea în care se face măsurarea un timp suficient ca să ajungă la temperatura camerei. Timpul în care temperatura piesei devine egală cu a încăperii este în funcție de masa și suprafața sa. Piesele mici pot ajunge mai repede la temperatura de referință dacă sînt așezate pe un platou metalic cu temperatura 20°C sau dacă sînt răcite cu un ventilator cu temperatura aerului de 20°C. La piesele cu dimensiuni mari și în special la cele din metale neferoase, timpul pentru preluarea temperaturii mediului înconjurător este mare. Se calculează cu relația empirică

$$t = 31{,}5 \, \frac{G}{A} \, \log\left(\frac{T}{\theta}\right),$$

în care t este timpul în minute;
A — suprafața piesei în cm²;
T — diferența inițială între temperatura piesei și cea a mediului înconjurător;
θ — diferența finală între temperatura piesei și cea a mediului înconjurător, considerată că nu mai poate influența rezultatul măsurării.

Variațiile de temperatură considerate că nu mai influențează peste limita de toleranță rezultatele măsurărilor sînt, pentru mijloacele de

Scanned with OKEN Scanner

măsurare, ±1°C în jurul temperaturii de referinţă, iar a încăperii în care se efectuează măsurarea (măsurări industriale) de ±3°C faţă de temperatura de referinţă.

Prin experimentări s-a constatat că timpul necesar pentru răcirea unei cale plan-paralele de 100 mm de la 40°C la 20°C a fost de 10 minute în emulsie, de 30 minute pe o placă de fontă şi de 3 ore pe o masă de lemn. Pentru un calibru cu diametrul de 100 mm şi pentru acelaşi interval de temperatură, au fost necesare 20 minute în emulsie, 80 minute pe o placă de fontă şi 12 ore pe o masă de lemn.

Determinarea coeficientului de dilatare liniară al unei măsuri. Dependenţa dintre lungime şi temperatură este dată de relaţia:

$$L = L_0 (1 + \alpha t + \beta t^2)$$

în care:

L_0 este lungimea măsurată la 0°C;

α — coeficientul de dilatare al materialului;

β — coeficientul de variaţie a coeficientului de dilatare α în funcţie de temperatură.

Pentru determinarea coeficienţilor de dilatare liniară se aşează măsura sub microscoapele comparatorului, introdusă într-o cuvă cu apă a cărei temperatură poate fi reglată şi citită cu precizie de 0,01°C. Într-o altă cuvă, umplută cu apă menţinută la temperatură constantă se introduce etalonul faţă de care se fac determinările şi se compară lungimile măsurii şi etalonului. Se efectuează astfel de comparări pentru temperaturi diferite ale măsurii, obţinîndu-se diferenţele de lungime ale măsurii la temperaturi diferite şi respectiv un sistem de ecuaţii reprezentînd relaţia dintre lungimea etalonului la temperatura constantă şi lungimea măsurii studiate la temperaturi determinate.

D. *TRANSMITEREA UNITĂŢII DE LUNGIME*

Principii generale în transmiterea unităţii de lungime [1]. Ordinea de transmitere a unei unităţi de măsură începînd de la etaloanele naţionale şi pînă la mijloacele de măsurare folosite la măsurările curente, inclusiv indicarea metodelor prin care se realizează transmiterea, constituie „Schema de transmitere" a unităţii respective [2]. Schema de transmitere

---

[1]) Principii valabile pentru transmiterea oricărei unităţi de măsură. Stau la baza tuturor schemelor de transmitere care vor fi prezentate.

[2]) Pentru ţara noastră schemele principiale de transmitere a unităţilor de măsură au fost elaborate de O.S.M. şi sînt aplicabile în toate sectoarele metrologice.

Scanned with OKEN Scanner

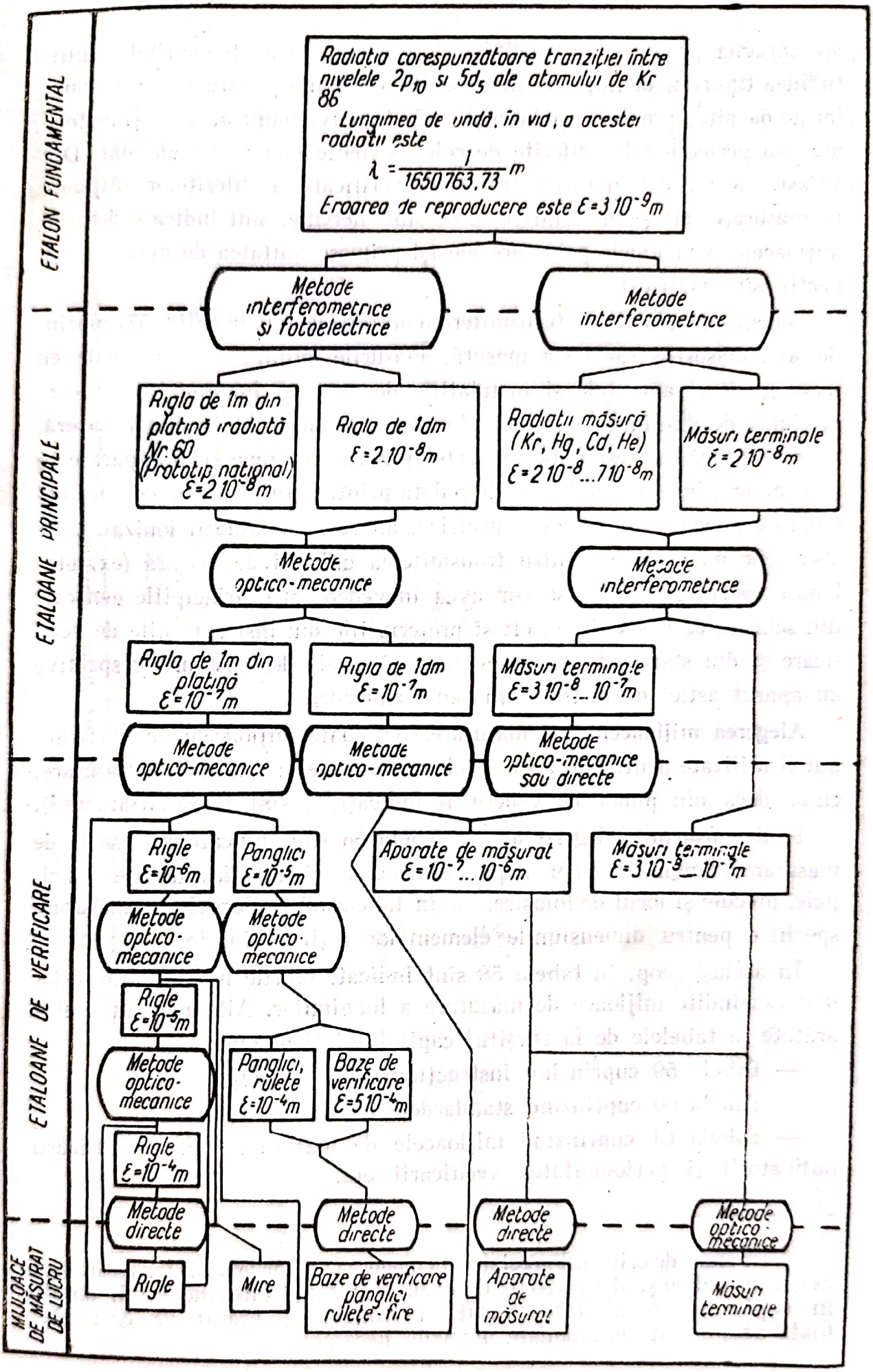


Fig. 57. Schema principială de transmitere a unității de lungime.

Scanned with OKEN Scanner

are caracter principial, întrucît pe de o parte, nu poate cuprinde multitudinea tipurilor de mijloace de măsurare existente şi care apar continuu, iar pe de alta, progresul ştiinţei şi perfecţionarea tehnică, aduc şi metode noi sau perfecţionate, diferite de cele existente la un moment dat. Din această cauză, atît în instrucţiunile de verificare a diferitelor mijloace de măsurare, cît şi în standardele de stat aferente, sînt indicate detailat mijloacele şi metodele prin care ele îşi primesc unitatea de măsură, respectiv sînt verificate.

Schema principială de transmitere a unităţii de lungime (fig. 57) cuprinde atît măsurile (radiaţiile-măsură, măsurile terminale şi măsurile cu repere), cît şi aparatele şi instalaţiile de măsurat lungimi: a) la care mărimea de referinţă este însăşi lungimea (aparate cu radiaţii-măsură, aparate cu măsuri terminale, aparate cu măsuri cu repere); b) aparate cu traductoare, la care lungimea este redată printr-o altă mărime de referinţă (aparate pneumatice, aparate electrice, aparate cu radiaţii ionizate). La operaţiile metrologice pentru transmiterea unităţii de măsură (ex. etalonare, verificare etc.), se vor avea în vedere atît principiile generale din schema de transmitere, cît şi prescripţiile din instrucţiunile de verificare şi din standarde (dacă pentru mijloacele de măsurare respective au apărut astfel de instrucţiuni sau standarde).

Alegerea mijloacelor de măsurare. Nu toate mijloacele de măsurare pot fi utilizate pentru un acelaşi fel sau în aceleaşi condiţii de măsurare, chiar dacă din punct de vedere al indicaţiilor sînt corespunzătoare [1]).

Pentru uşurinţa alegerii lor, în tabela 56 sînt indicate mijloacele de măsurare a lungimilor cu principalele lor caracteristice, destinaţiile principale, precum şi locul de folosire, iar în tabela 57 mijloacele de măsurare specifice pentru dimensiunile elementelor roţilor dinţate.

În acelaşi scop, în tabela 58 sînt indicate erorile maxime ale celor mai răspîndite mijloace de măsurare a lungimilor. Alte date utile sînt arătate în tabelele de la sfîrşitul capitolului şi anume:

— Tabela 59 cuprinzînd instrucţiunile de verificare.

— Tabela 60 cuprinzînd standardele de stat.

— Tabela 61 cuprinzînd mijloacele de măsurare supuse verificării obligatorii şi periodicitatea verificării etc.

---

[1]) În afară de criteriul preciziei, la alegerea mijloacelor de măsurare sînt avute în vedere şi alte criterii, de exemplu: rapiditatea necesară, durata în exploatare, tehnicitatea cerută personalului, preţul de cost etc; toate aceste sînt subordonate preciziei necesare.

Scanned with OKEN Scanner

Mijloace de măsurare pentru lungimi

Denumirea mijlocului de măsurare	Valoarea diviziunii	Domeniul de măsurare		Utilizarea principală a mijlocului de măsurare	Se utilizează:		
		al scării	al aparatului		în laboratorul metrologic	în puncte de verificare	la locul de muncă
Cale plan-paralele	—	—	Dimensiuni între 0,5 și 250 mm	Transmiterea dimensiunii de referință la piese	X	X	—
Riglă de măsurat	0,5 sau 1 mm	100—5 000 mm, rigidă sau elastică	—	Măsurarea lungimilor	X	X	X
Ruletă metalică	1 mm	10,20,25 mm		Măsurarea lungimilor mari	X	—	(X)
Ultraoptimetru; optimetru cu proiecție, 1 m	0,0002 mm 0,001 mm	0,166 mm 0,200 mm	180 mm	Măsurarea: — calelor plan-paralele 0,5—180 mm; — calibrelor-tampon netede 1—150 mm; — calibrelor-vergea cu capete sferice 20—180 mm; — diametrului și poliedricității bilelor 1—60 mm.	X	(X)	—
Aparat vertical pentru măsurat lungimi (Abbe)	0,001 mm	100 mm		Măsurarea: — calibr.-tampon netede; — diametrelor exterioare ale pieselor	X	(X)	—

Tabela 56 (continuare)

Denumirea mijlocului de măsurare	Valoarea diviziunii	Domeniul de măsurare		Utilizarea principală a mijlocului de măsurare	Se utilizează		
		al scării	al aparatului		în laboratorul metrologic	în puncte de verificare	la locul de muncă
Optimetru orizontal	0,001 mm	0,200 mm	Dimensiuni exterioare: 0—300 mm Dimensiuni interioare: 5—260 mm	Măsurarea: — calelor plan-paralele între 0,5 şi 250 mm; — calibrelor-tampon netede, calibrelor-vergea, micrometrelor de interior 1—300 mm; inelelor şi potcoavelor netede, între 5 şi 260mm; — diametrul mediu al calibrelor tampon, filetate între 1 şi 100 mm; — diametrul mediu al calibrelor-inel, filetate între 18 şi 80 mm (gabaritul mediu al inelului 116 mm)	X	(X)	—
Aparat orizontal pentru măsurat lungimi (Abbe)	0,001 mm	100 mm	Măsurări exterioare: 0—300 mm; interioare: 5—260 mm	Idem	X	(X)	—

Aparat optic de măsurat cu optimetru şi microscop	0,001 mm	0,200 mm la comparări, scară suplimentară de 100 mm	0—500 mm 0—1 000 mm 0—2 000 mm	Măsurarea: — calibrelor tampon netede 1—170 mm; — calibrelor vergea şi micrometrelor de interior 10—500, 10—1 000 mm	X	—	—
Minimetru Ortotest Milimes	0,001 mm 0,002 mm 0,002 mm	0,060 mm 0,120 mm 0,120 mm	Este determinat de înălţimea coloanei	Măsurarea: — calibrelor tampon netede — calibrelor-vergea şi a micrometrelor de interior; —reglării pieselor pe maşinile-unelte; — dimensiunilor pieselor	X	(X)	(X)
Microcator	0,0005 mm 0,001 mm 0,01 mm	0,030 mm 0,060 mm 0,120 mm	Idem	Măsurarea calelor plan-paralele; restul ca la minimetre	X	(X)	(X)
Comparator cu cadran	0,001 mm 0,002 mm 0,01 mm	0—1 mm 0—2 mm 0—1 ;0—3 0—5; 0—10 mm	Idem	Măsurarea diametrelor exterioare şi interioare ale pieselor netede; — Reglarea pieselor pe maşini-unelte	X	X	(X)
Micrometru cu comparator	0,002 mm 0,01 mm	Mai mare de cît 0,02 respectiv 0,2m	0,25 mm 25; 50 mm	Măsurarea dimensiunilor exterioare ale pieselor cilindrice	X	X	X
Pasametru	0,002 mm	0,160 mm	0—25 mm 25—50 mm	Măsurarea dimensiunilor exterioare ale pieselor cilindrice	X	X	X

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 56 (continuare)

Denumirea mijlocului de măsurare	Valoarea diviziunii	Domeniul de măsurare		Utilizarea principală a mijlocului de măsurare	Se utilizează		
		al scării	al aparatului		în laboratorul metrologic	în puncte de verificare	la locul de muncă
Comparator pentru măsurarea diametrelor interioare	0,01 mm	—	0—1 000 mm	Măsurarea alezajelor cilindrice netede (prin contact în două puncte) ale pieselor	X	X	X
Comparator pentru măsurarea adîncimilor	0,01 mm	10 mm	0—100 mm	Măsurarea adîncimilor şi a înălţimilor	X	X	X
Micrometru de exterior obişnuit	0,01 mm	25 mm	0—1 000 mm	Măsurarea: — diametrelor exterioare ale pieselor; — diametrelor medii ale filetelor exterioare ale pieselor	X	X	X
Micrometru de interior cu ciocuri; micrometru-vergea	0,01 mm	12 mm	50—1 500 mm	Măsurarea diametrelor alezajelor şi a dimensiunilor interioare	X	X	X
Micrometru de adîncime	0,01 mm	25 mm	1—100 mm	Măsurarea pragurilor, adîncimilor, etc.	X	X	X

Scanned with OKEN Scanner

Plăci de sticlă plan-paralele pentru verificarea micrometrelor	—	—	—	Verificarea pe cale interferometrică a planității și a paralelismului reciproc ale suprafețelor de măsurare ale micrometrelor	*X*	*X*	*X*
Șubler obișnuit	0,1 mm 0,05 mm 0,02 mm	100—1 000 mm	Măsurări exterioare: 0—1 000 mm; interioare 10—1 000 mm	Măsurarea dimensiunilor exterioare și interioare ale pieselor	*X*	*X*	*X*
Șubler de adîncime	0,1 mm 0,05 mm 0,02 mm	100—500mm	0—500 mm	Măsurarea adîncimilor și a înălțimilor pieselor	*X*	*X*	*X*
Sondă (spion)	—	—	0,03—1 mm	Măsurarea valorii jocurilor dintre suprafețe	*X*	*X*	*X*
Aparat pneumatic și manometru cu coloană de apă (Solex)	0,01 mm	Dependent de intervalul divizat 0,070 mm și mai mare	Dependent de instalația de măsurare	Măsurarea lungimilor, conicităților, abaterilor de la forma geometrică, a bătăii etc.	*X*	*X*	(*X*)

[1]) În tabela de față și în cele următoare, semnele din ultimele trei coloane au semnificația: *X* = se utilizează în mod curent: (*X*) = se utilizează mai rar; — = nu se utilizează.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 57

Mijloace de măsurare pentru roți dințate

Denumirea mijlocului de măsurare	Valoarea diviziunii	Domeniul de măsurare		Utilizarea principală a mijlocului de măsurare	Se utilizează:		
		al scării	al aparatului		în laboratorul metrolog.	în puncte de verificare	la locul de muncă
Aparat pentru măsurarea pasului de bază	0,002 mm 0,005 mm	Mai mare de cît 0,5 mm sau 1 mm	Modul: 2—10 mm 8—20 mm	Măsurarea pasului	X	X	X
Aparat pentru măsurarea pasului circular	0,005 mm	2 mm	Modul: 3—15 mm	Măsurarea pasului circular la roțile dințate cilindrice și conice	X	X	X
Teodolit	1″	360°		Măsurarea pasului circular	X	—	—
Potcoavă cu comparator pentru verificarea lungimii normalei comune	0,005 mm	3 mm	180 mm	Măsurarea lungimii normalei comune	X	X	X

Scanned with OKEN Scanner

Micrometru cu discuri pentru măsurarea normalei comune	0,01 mm	20 mm	0—75 mm	Idem	X	X	X
Şubler pentru dantură. Aparat optic pentru dantură	0,02 mm	20; 35 mm	Modul 1—18; 5—53 mm	Măsurarea grosimii dintelui pe coarda cercului de bază	X	(X)	(X)
Evolventmetru	0,001 mm	3 mm	Roţi dinţate între 25—330mm	Compararea profilului efectiv al secţiunii frontale a dintelui cu evolventa teoretică a cercului dat	X	—	—
Aparat pentru verificarea complexă a roţilor dinţate	Comparator 0,01 mm; citire la vernier 0,02 mm	Comparator 10 mm; scală 350 mm	50—250 mm	Măsurarea roţilor dinţate angrenate	X	—	(X)
Aparat pentru bătaia roţilor dinţate	0,01 mm	10 mm		Verificarea bătăii roţilor dinţate	X	X	(X)

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 58

Erorile maxime ale celor mai răspîndite mijloace de măsurare a lungimilor

Denumirea mijlocului de măsurare	Metode comparative (cu cale plan-paralele)		Intervale de dimensiuni, mm		
			1-10	50-80	360-500
	Ordin	Clasa	Erori maxime μm		
Ultraoptimetru	2	—	0,15	0,25	—
Optimetru orizontal şi vertical, aparat de măsurat dimensiuni exterioare	3	0	0,6	0,6	1,8
	4	1	0,4	0,8	3,0
	5	2	0,7	1,5	4,5
Optimetru orizontal şi aparat de măsurat cu optimetru şi microscop, pentru măsurarea dimensiunilor interioare	3	0	—	1,1	—
	4	1	—	1,3	—
	5	2	—	1,8	—
Minimetru cu valoarea diviziunilor 0,001 mm	3	0	0,5	0,8	1,8
	4	1	0,6	1,0	3,0
	5	2	0,7	1,4	4,5
	6	3	1,0	2,0	8,0
Minimetru cu valoarea diviziunii de 0,002 mm	4	1	1,0	1,4	3,5
	5	2	1,2	1,8	5,0
	6	3	1,4	1,4	8,0
Minimetru cu valoarea diviziunii de 0,005 mm	5	2	2,0	2,5	5,0
	6	3	2,2	3,0	8,5
Comparator cu valoarea diviziunii de 0,01 mm, la funcţionarea în limitele unei rotaţii a acului indicator clasa 0	6	3	10	10	13
Idem, clasa 1	6	3	15	15	16
Idem, clasa 2	6	3	20	20	22
Aparat cu comparator pentru măsurări de interior, cu comparatorul de clasa 1 de precizie, în limita unei rotaţii a acului indicator	6	3	16	17	20

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 58 (continuare)

Denumirea mijlocului de măsurare	Metode de măsurare	Intervale de dimensiuni, mm		
		1-10	50-80	360-500
		erori maxime µm		
Micrometru de exterior, clasa de precizie 0	Metode directe	4,5	6	15
Micrometru de exterior, clasa de precizie 1	Metode directe	7,0	9	25
Micrometru de exterior, clasa de precizie 2	Metode directe	12	14	35
Micrometru de interior, clasa de precizie 1	Metode directe	—	18	35
Micrometru de interior, clasa de precizie 2	Metode directe	—	20	45
Șubler cu precizia de citire de 0,02 mm, folosit la măsurarea dimensiunilor exterioare	Metode directe	40	45	70
Idem, la măsurarea dimensiunilor interioare	Metode directe	—	60	90
Șubler cu precizia de citire de 0,05 mm, folosit la măsurarea dimensiunilor exterioare	Metode directe	80	90	110
Idem, la măsurarea dimensiunilor interioare	Metode directe	—	130	150
Șubler cu precizia de citire de 0,1 mm, folosit la măsurarea dimensiunilor exterioare	Metode directe	150	160	230
Idem, la măsurarea dimensiunilor interioare	Metode directe	—	230	300

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 59

Instrucţiuni de verificare a mijloacelor de măsurare pentru lungimi, suprafeţe şi unghiuri, apărute pînă la data de 01.01 1965

Nr. crt.	Titlul, numărul şi anul ultimei apariţii	Anul primei apariţii
1	Instrucţiuni 1-59 pentru verificarea şublerelor	1952
2	Instrucţiuni 15-59 pentru verificarea metrilor-riglă de lemn	1952
3	Instrucţiuni 16-59 pentru verificarea metrilor şi dublimetrilor articulaţi din lemn	1952
4	Instrucţiuni 18-59 pentru verificarea clupelor forestiere cu cursor metalic	1952
5	Instrucţiuni 22-59 pentru verificarea micrometrelor de exterior	1952
6	Instrucţiuni 23-59 pentru verificarea şublerelor de adîncime	1952
7	Instrucţinui 29-59 pentru verificarea zoometrelor	1953
8	Instrucţiuni 38-59 pentru verificarea panglicilor de măsurat	1953
9	Instrucţiuni 49-59 pentru verificarea riglelor metalice de măsurat	1954
10	Instrucţiuni 52-59 pentru verificarea clupelor de buzunar	1954
11	Instrucţiuni 53-59 pentru verificarea panglicilor de măsurat, ruletelor mari şi panglicilor topografice de lucru.	1954
12	Instrucţiuni 55-59 pentru verificarea micrometrelor de interior	1954
13	Instrucţiuni 61-59 pentru verificarea micrometrelor de adîncime	1954
14	Instrucţiuni 65-59 pentru verificarea comparatoarelor cu cadran, cu valoarea diviziunii de 0,01 mm	1954
15	Instrucţiuni 74-55 pentru verificarea calelor plan-paralele	1955
16	Instrucţiuni 76-59 pentru verificarea vîrtelniţelor de laborator	1955
17	Instrucţiuni 79-59 pentru verificarea optimetrelor orizontale	1955
18	Instrucţiuni 111-59 pentru verificarea comparatoarelor cu cadran, cu valoarea diviziunii de 0,001 şi 0,002 mm	1957

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 59 (continuare)

Nr. crt.	Titlul, numărul şi anul ultimei apariţii	Anul primei apariţii
19	Instrucţiuni 115-59 pentru verificarea optimetrelor cu ocular şi a optimetrelor cu proiecţie	1957
20	Instrucţiuni 116-59 pentru verificarea aparatelor Robel pentru măsurat ecartamentul, supralărgirea şi supraînălţarea căii	1957
21	Instrucţiuni 117-59 pentru verificarea comparatoarelor mecanice cu scară bilaterală	1957
22	Instrucţiuni 144-59 pentru verificarea planimetrelor	1959
23	Instrucţiuni 149-60 pentru verificarea riglelor de sinus	1960
24	Instrucţiuni 152-61 pentru măsurat suprafaţa pieilor	1960
25	Instrucţiuni 159-61 pentru verificarea bancurilor de verificare a aparatelor Robel pentru căi ferate normale	1961
26	Instrucţiuni 164-61 pentru verificarea mirelor topografice şi de nivelment	1961
27	Instrucţiuni 166-62 pentru verificarea micrometrelor pentru filete	1962
28	Instrucţiuni 167-62 pentru verificarea microscoapelor Brinell	1962
29	Instrucţiuni 168-62 pentru verificarea mirelor de nivelment cu bandă de iuvar	1962
30	Instrucţiuni 170-62 pentru verificarea raportoarelor mecanice şi optice	1962
31	Instrucţiuni 172-62 pentru verificarea kilometrajelor	1962
32	Instrucţiuni 174-62 pentru verificarea pasametrelor	1962
33	Instrucţiuni 184-63 pentru verificarea şublerelor de trasaj	1963
34	Instrucţiuni 185-63 pentru verificarea microscoapelor duble (Linnik-Schmaltz)	1963

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 60

Standarde de stat (STAS) din domeniul: lungimi, suprafețe, și unghiuri.

Nr. crt.	Numărul și anul	Titlul standardului
1	2493-57	Măsuri de lungime. Terminologie.
2	4201-53	Aparate de măsurat lungimi. Terminologie.
3	4200-53	Mijloace pentru verificarea rectilinității și a planității. Terminologie.
4	1033-50	Măsuri de lungime. Temperatură de referință
5	2701-51	Măsuri de lungime. Radiația de lumină de referință
6	3144-61	Măsuri de lungime. Metru riglă de lemn.
7	3189-61	Măsuri de lungime. Metru și dublu-metru articulat.
8	6759-63	Măsuri de lungime. Metru metalic articulat.
9	3863-61	Panglice de măsurat pentru croitorie și pentru cizmărie.
10	2426-55	Măsuri de lungime cu repere. Rigle metalice. Rigle de măsurat normale. Condiții generale.
11	5024-55	Măsuri de lungime cu repere. Rigle metalice rigide de măsurat scurte. Condiții generale.
12	5199-56	Măsuri de lungime cu repere. Rigle metalice flexibile de măsurat. Condiții generale.
13	6188-60	Rigle de calcul.
14	6660-62	Mină de nivelment obișnuită.
15	1373-55	Aparate de măsurat. Șublere obișnuite. Condiții generale.
16	3648-53	Aparate de măsurat. Șublere de adîncime. Condiții generale.
17	6654-62	Aparate de măsurat. Șublere de dantură. Condiții generale.
18	6468-61	Aparate de măsurat. Șublere de trasaj. Condiții generale.
19	1374-55	Aparate de măsurat. Micrometre de exterior obișnuite. Condiții generale.
20	6519-62	Aparate de măsurat. Micrometre cu talere pentru roți dințate. Condiții generale.
21	6466-61	Aparate de măsurat. Micrometre pentru tablă. Condiții generale.
22	6467-61	Aparate de măsurat. Micrometru pentru țevi. Condiții generale.
23	3741-53	Aparate de măsurat. Dendrometru cu pendul.
24	4886-55	Aparate de măsurat. Clupă de buzunar din lemn.
25	2727-60	Aparate de măsurat. Clupă forestieră din lemn.
26	3643-61	Aparate de măsurat. Clupă forestieră metalică.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 60 (continuare)

Nr. crt.	Numărul şi anul	Titlul standardului
27	4293-57	Măsuri şi aparate de măsurat. Comparatoare cu cadran. Precizia de citire 0,01 mm. Condiţii generale.
28	1630-50	Zoometru
29	6851-63	Microscoape. Dimensiuni de bază.
30	1255-50	Tabele de conversiune. Ţoli-milimetri.
31	6576-62	Roţi dinţate cilindrice de măsurare (etalon) cu dinţi drepţi.
32	6459-61	Angrenaje cilindrice. Metode de verificare Principii.
33	4268-54	Mijloace pentru verificarea calităţii suprafeţelor. Terminologie.
34	5730-57	Rugozitatea suprafeţelor.
35	6852-63	Microscoape. Filet pentru obiective.
36	5307-61	Măsuri şi aparate de măsurat. Nivelă de lemn cu bulă de aer pentru construcţii.
37	4443-54	Măsuri şi aparate de măsurat unghiuri. Terminologie.
38	3144-61	Măsuri de lungime. Metru riglă din lemn.
39	3189-61	Măsuri de lungime. Metru şi dublu-metru articulat.
40	6759-63	Măsuri de lungime. Metru metalic articulat.
41	3863-61	Măsuri de lungime. Panglice de măsurat pentru croitorie şi pentru cizmărie.
42	2426-55	Măsuri de lungime cu repere. Rigle metalice. Rigle de măsurat normale. Condiţii generale.
43	5024-55	Măsuri de lungime cu repere. Rigle metalice rigide de măsurat scurte. Condiţii generale.
44	5199-56	Măsuri de lungime cu repere. Rigle metalice flexibile de măsurat. Condiţii generale.
45	6188-60	Rigle de calcul.
46	6660-62	Miră de nivelment obişnuită.
47	2981-52	Călibre netede fixe pentru alezaje. Calibre tampon obişnuite. Forme şi dimensiuni.
48	3433-52	Calibre netede fixe pentru alezaje. Calibre tampon cu şurub de fixare. Forme şi dimensiuni.
49	3634-53	Calibre netede fixe pentru alezaje. Calibre vergea cu capete sferice. Dimensiuni.
50	4350-54	Calibre netede fixe pentru alezaje. Calibre tampon incomplet. Dimensiuni.
51	3633-53	Calibre netede fixe pentru alezaje. Calibre tampon plate. Dimensiuni.
52	4249-54	Calibre fixe pentru filete interioare. Calibre tampon cu şurub de fixare pentru filet metric normal. Dimensiuni.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 60 (continuare)

Nr. crt.	Numărul și anul	Titlul standardului
53	4445-54	Calibre fixe pentru filete interioare. Calibre tampon dintr-o bucată pentru filet metric normal. Dimensiuni.
54	4977-55	Calibre fixe pentru filete interioare. Calibre tampon dintr-o bucată pentru filet metric fin-1. Dimensiuni.
55	6237-60	Calibre fixe pentru filete interioare. Calibre tampon obișnuit pentru filet metric fin-2. Dimensiuni.
56	4136-53	Calibre fixe pentru filete interioare. Calibre tampon obișnuit pentru filet metric normal. Dimensiuni.
57	4135-53	Calibre fixe pentru filete interioare. Calibre tampon obișnuit pentru filet în țoli (Whitworth) normal. Dimensiuni.
58	6238-60	Calibre fixe pentru filete interioare. Calibre tampon cu șurub de fixare pentru filet metric fin-2. Dimensiuni.
59	4250-54	Calibre fixe pentru filete interioare. Calibre tampon cu șurub de fixare pentru filet în țoli (Whitworh) normal. Dimensiuni.
60	5221-56	Calibre fixe pentru filete exterioare. Calibre inel pentru filet metric fin-1. Dimensiuni.
61	6239-60	Calibre fixe pentru filete exterioare. Calibre inel pentru filet metric fin-2. Dimensiuni.
62	4677-55	Calibre fixe pentru filete exterioare. Calibre inel pentru filet metric normal. Dimensiuni.
63	4676-55	Calibre fixe pentru filete exterioare. Calibre inel pentru filet în țoli (Whitworth) normal. Dimensiuni.
64	2751-51	Calibre de lucru pentru arbori și alezaje clasa de precizie 1. Toleranțe de fabricație și de uzură.
65	2752-51	Calibre de lucru pentru arbori clasele de precizie 2 și 3. Toleranțe de fabricație și de uzură.
66	2753-51	Calibre de lucru pentru alezaje clasele de precizie 2 și 3. Toleranțe de fabricație și de uzură.
67	2754-51	Calibre de lucru pentru arbori și alezaje clasele de precizie 4 și 5. Toleranțe de fabricație și de uzură.
68	2934-51	Calibre de lucru pentru arbori și alezaje clasa de precizie 6. Toleranțe de fabricație și de uzură.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 60 (continuare)

Nr. crt.	Numărul şi anul	Titlul standardului
69	2935-51	Calibre de lucru pentru arbori şi alezaje clasele de precizie 7 şi 8. Toleranţe de fabricaţie şi de uzură.
70	2936-51	Calibre de lucru pentru arbori şi alezaje clasele de precizie 9 şi 10. Toleranţa de fabricaţie şi de uzură.
71	5292-56	Utilaj pentru prospecţiuni. Calibre conice pentru filetul special al racordurilor speciale.
72	5294-56	Utilaj pentru prospecţiuni. Calibre conice pentru filetul prăjinilor de foraj ∅ 50 mm cu racorduri speciale şi al mufelor pentru prăjini.
73	4351-54	Mînere pentru calibre filetate. Dimensiuni.
74	6703-63	Calibre pentru verificarea cursei şi forţei de apăsare a contactelor duliilor baionetă pentru lămpi electrice cu incandescenţă.
75	6496-62	Calibre pentru verificarea soclurilor baionetă montate pe lămpi electrice cu incandescenţă.
76	6573-62	Calibre pentru verificarea duliilor baionetă pentru lămpi electrice cu incandescenţă.
77	1340-61	Calibre pentru verificarea duliilor cu filet pentru lămpi electrice cu incandescenţă.
78	1341-61	Calibre pentru verificarea soclurilor cu filet montate pe lămpile electrice cu incandescenţă.
79	583-49	Capete pătrate pentru scule. Calibre de lucru. Dimensiuni.
80	4893-55	Utilaj petrolier. Calibre pentru prăjini de pompare şi pentru mufele prăjinilor.
81	5020-55	Utilaj petrolier. Calibre pentru controlul filetelor burlanelor de foraj de la $4\frac{1}{2}$ „la $11\frac{3}{4}$“.
82	6570-62	Conuri pentru scule. Calibre de lucru pentru conuri Morse scurte. Dimensiuni.
83	819-62	Conuri pentru scule. Calibre conice de lucru pentru cozi şi manşoane metrice şi Morse.
84	3507-52	Calibre netede fixe pentru arbori. Calibre matriţate (turnate). Forme şi dimensiuni.
85	2991-52	Calibre netede fixe pentru arbori. Calibre plate. Forme şi dimensiuni.
86	3797-53	Calibre netede fixe. Contralibre. Dimensiuni.
87	3938-53	Calibre limitative netede fixe. Condiţii generale.
88	5516-57	Calibre filetate fixe pentru filete cilindrice. Condiţii generale.
89	2750-51	Calibre limitative netede. Schema poziţiilor cîmpurilor de toleranţă. Denumiri şi simboluri. Reguli de întrebuinţare.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 61

Mijloace de măsurare pentru lungimi, suprafeţe, unghiuri cuprinse la verificare

Nr. poz.	Denumirea mijloacelor de măsurare	Termen max. în ani, sau la fabricaţie, reparaţie ori import (F.R.I.)	Obs.
1	2	3	4
1	Etaloane de verificare pînă la 1 000 mm inclusiv	4	O.S.M.
2	Etaloane de verificare pînă la 5 000 mm inclusiv	4	O.S.M.
3	Etaloane de verificare pînă la 20 m inclusiv	4	O.S.M.
4	Etaloane de verificare peste 20 m	4	O.S.M.
5	Rigle, teuri, echere, rigle de reducţie etc. pentru uz tehnic	F.R.I.	—
6	Metri şi dubli-metri dintr-o bucată sau articulaţi, din lemn şi metal	F.R.I.	—
7	Rigle metalice, rigle de clasa 2 şi 3 pînă la 1000 mm inclusiv	3	—
8	Rigle metalice rigide clasa 2 şi 3 peste 1 000 mm	3	—
9	Rigle metalice flexibile şi de contracţie	3	—
10	Panglici de măsurat pentru croitorie şi cizmărie	F.R.I.	—
11	Rulete pînă la 2 m inclusiv	F.R.I.	—
12	Rulete pînă la 20 m inclusiv	2	—
13	Rulete pînă la 50 m inclusiv	2	—
14	Rulete pînă la 100 m inclusiv	2	—
15	Panglici şi fire topografice pînă la 20 m inclusiv	2	—
16	Panglici şi fire topografice peste 20 m	2	—

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 61 (continuare)

1	2	3	4
17	Mire topografice	3	—
18	Mire de nivelment de ordinul I cu bandă de invar	1	O.S.M.
19	Mire de nivelment de ordinul II şi III	3	—
20	Cale plan-paralele comparate la optimetru	1	O.S.M.
21	Cale plan-paralele comparate la ultraoptimetru şi opticator	1	O.S.M.
22	Cale plan-paralele comparate la interferometru	1	O.S.M.
23	Cale plan-paralele cu valoarea nominală peste 100 mm	1	O.S.M.
24	Sticle plan-paralele	F.R.I.	O.S.M.
25	Calibre de însoţire	1	—
26	Sonde (lere)	F.R.I.	—
27	Şabloane de ecartament pentru cale ferată	2	O.S.M.
28	Şublere de exterior, de interior şi de trasaj, pînă la 200 mm inclusiv	1	—
29	Şublere de exterior, de interior şi de trasaj, peste 200 mm	1	—
30	Şublere de adîncime peste 200 mm inclusiv	1	—
31	Şublere de adîncime peste 200 mm	1	—
32	Şublere pentru roţi dinţate	1	—
33	Clupe de buzunar metalice şi din lemn	F.R.I.	—
34	Clupe de buzunar metalice şi din lemn, forestiere	1	—
35	Zoometre	F.R.I.	—
36	Aparate Robell	1	—
37	Micrometre de exterior pînă la 25 mm inclusiv	1	—
38	Micrometre de exterior pînă la 1 000 m inclusiv	1	—

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 61 (continuare)

1	2	3	4
39	Micrometre de exterior peste 1 000 mm	1	—
40	Micrometre de adîncime	1	—
41	Micrometre de interior cu fălci	1	—
42	Micrometre de interior cu vergea cu trei prelungitoare	1	—
43	Micrometre de interior cu vergea cu mai mult de trei prelungitoare	1	—
44	Micrometre pentru filete	1	—
45	Micrometre optice pentru roți dințate	1	—
46	Comparatoare cu cadran, cu valoarea diviziunii 0,01mm verificate cu cale	1	—
47	Comparatoare cu cadran, cu valoarea diviziunii 0,01mm verificate cu comparatorul Abbé	1	—
48	Comparatoare cu cadran, cu valoarea diviziunii 0,001 și 0,002 mm	1	—
49	Micrometre cu pîrghie, minimetre etc.	1	—
50	Comparatoare pentru alezaje	1	—
51	Pasimetre	1	—
52	Ortoteste, fără eccesorii	1	—
53	Ortoteste, cu accesorii	1	—
54	Milimese	1	—
55	Pasametre	1	—
56	Aparate de măsurat cu amplificare cu arc (microcatoare etc)	1	—
57	Lupe și microscoape Brinell	3	O.S.M.
58	Optimetre comparatoare Abbe, ultraoptimetre, opticatoare și microluxe *)	2	O.S.M.
59	Microscoape de atelier *)	2	—

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 61 (continuare)

1	2	3	4
60	Microscoape universale *)	2	O.S.M.
61	Dioptimetre *)	1	O.S.M.•
62	Comparatoare de 1 m*)	1	O.S.M.
63	Maşină universală de măsurat lungimi *)	2	O.S.M.•
64	Etalon de arii	1	O.S.M.
65	Planimetre universale	1	O.S.M.
66	Planimetre polare	1	—
67	Mostre de rugozitate	2	O.S.M.
68	Microscoape duble *)	2	—
69	Măsuri pentru unghiuri (cale unghiulare)	1	O.S.M.
70	Raportoare optice şi mecanice	2	—
71	Nivele cu bulă de aer cu cadran, cu microscop şi de coincidenţă	2	—
72	Capete divizoare optice	2	O.S.M.
73	Rigle de sinus şi tangentă	F.R.I.	—
74	Lere pentru filete	F.R.I.	—
75	Sîrmă pentru filete	3	—

Notă: Mijloacele de măsurare notate cu semnul *) se verifică la „unităţile“ posesoare.

2. UNGHI

A. *UNGHI PLAN*[1] *ŞI UNGHI SOLID*[2]. *UNITĂŢI DE MĂSURĂ*

Radian (rad) (unitate suplimentară S.I. de unghi plan): unghiul cuprins între două raze care interceptează, pe circumferinţa unui cerc, un arc de lungime egală cu raza cercului[3]. Submultiplu cu denumire specială: 1 miime adevărată = 1 $m_a = 10^{-3}$ rad.

Unghi drept[4] (...∟) (unitate de unghi plan în afară de sisteme):

[1]) Unghiul cuprins între două drepte concurente, este definit ca raportul dintre lungimea arcului decupat pe circumferinţa unui cerc (avînd centrul în punctul de intersecţie al dreptelor) şi raza acestui cerc $\left(\alpha = \frac{\text{arc}}{\text{rază}}\right)$.

[2]) Unghiul solid al unui con, este definit ca fiind raportul dintre aria decupată pe o suprafaţă sferică (avînd centrul în vîrful acestui con) şi pătratul razei sferei $\left(\Omega = \frac{\text{aria suprafeţei sferice}}{\text{rază}^2}\right)$.

[3]) În formele dimensionale radianul poate fi înlocuit cu numărul pur 1.

[4]) Unghiul drept se mai defineşte ca fiind a patra parte din unghiul plan total numit „tur“

Scanned with OKEN Scanner

	în°	în^g	în rad
1°	1	10/9=1,111 111...	π/180=0,017 45329
1^g	9/10=0,9=54′	1	π/200=0,015 708
1 rad	180/π=57,295 78= =57°17′44,8″	200/π=63,661 97	1
1^L	90″	100	π/2=1,570 796
1 m_a	0,057 296=3′26,3″	0,063 662	1/1 000=0,001
1m_i	9/160=0,056 25 = =3′22,5″	1/16=0,062 5	π/3 200= =0,000 981 7
1 m_R	3/50=0,06=3′36″	1/15=0,066 666...	π/3 000= =0,001 047 2

unghiul cuprins între două raze care interceptează 1/4 din circumferinţa cercului; $1^L = \frac{\pi}{2}$ rad = 1,570796 rad;

— *grad (vechi)* (...°); unghiul obţinut prin împărţirea unghiului drept în 90 de unghiuri egale; $1^\circ = \frac{1^L}{90} = \frac{\pi}{180}$ rad = 0,01745329 rad;

— *minut vechi* (...′): unghiul obţinut prin împărţirea unghiului de un grad (vechi) în 60 de unghiuri egale; $1' = \frac{1^\circ}{60}$ = 0,0002909 rad.

— *secundă (veche)* (...″): unghiul obţinut prin împărţirea unghiului de un minut (vechi) în 60 de unghiuri egale; $1'' = \frac{1'}{60}$ = 0,0000048 rad;

— *grad nou (gon)* (...^{g}): unghiul obţinut prin împărţirea unghiului drept în 100 de unghiuri egale; $1^g = \frac{1^L}{200}$ rad = 0,0157080 rad;

— *minut centezimal* [1]) (...^{c}): unghiul obţinut prin împărţirea unghiului de un grad nou, în 100 de unghiuri egale; $1^c = \frac{1^g}{100}$ = 0,0001571 rad;

— *secundă centezimală* [2]) (...^{cc}): unghiul obţinut prin împărţirea

[1]) La unghiuri mai mari se va evita folosirea acestor submultipli; se va scrie: 10,2985^g şi nu 10^{g}29^{c}75^{cc}.

[2]) La unghiuri mai mari se va evita folosirea acestor submultipli; se va scrie: 10,2985^g şi nu 10^{g}29^{c}75^{cc}.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 62

tăţile de măsură pentru unghiul plan

în ^{L}	în m_a	în m_i	în m_R
1/90=0,011 111	17,453 292	160/9= =17,777 777...	50/3= =16,666 666...
1/100=0,01	15,707 963	16	15
2/π=0,636 6197	1 000	3 200/π=1 018,592	3 000/π= =954,930
1	1 570,796	1 600	1 500
0,000 636 6	1	1,018 592	0,954 930
1/1600=0,000 625	0,981 7	1	15/16=0,937 5
1/1500= =0,000 666..	0,047 2	16/15=1,066 666...	1

unghiulu. de un minut centezimal în 100 de unghiuri egale; $1^{cc} = \frac{1^{c}}{100} =$

$= 0{,}0000016$ rad;

— *miime adevărată* (m_a) este unghiul sub care se vede din centrul cercului cu raza de 1 000 m un arc a cărui lungime este 1 m. Deoarece lungimea cercului ($2\pi r$) pentru $r = 1\,000$ m este egală cu 6 280 m, această miime poartă şi denumirea de *miime de 6 280*. Pentru uşurinţă s-a considerat lungimea cercului fie de 6 400 m fie de 6 000 m, obţinîndu-se;

— miimea instrumentală de 6 400 (m_i) unitate folosită în tehnica militară; are valoarea $\frac{2\pi}{6\,400}$ rad, adică 1 m=

$= 0{,}00098175$ rad;

— miime instrumentală de 6 000 (Rimailho) (m_R) unitate folosită în tehnica militară; are valoarea $\frac{2\pi}{6\,000}$ rad, adică

1 $m_R = 0{,}00104720$ rad.

Relaţiile de conversiune dintre unităţile de măsură pentru unghiul plan sînt indicate în tabela 62. Radianul este foarte comod pentru cercetări teoretice şi pentru calcule, însă nu se foloseşte pentru măsurări directe, deoarece nu se cuprinde cu număr întreg de ori într-un unghi complet (360° sau 400^{g}), fapt pentru care nu există aparate de măsurat unghiuri la care scara să fie gradată în radiani. Pentru radian nu există nici măsuri etalon. În practică unghiurile se măsoară în grade, fie sexagesimale, fie centezimale, acestea din urmă fiind din ce în ce mai

Scanned with OKEN Scanner

mult folosite. În tehnica militară se folosesc cu precădere miimile instrumentale.

Steradian (sr) unitate de unghi solid [1]), este unghiul solid care avînd vîrful în centrul unei sfere, decupează pe aceasta o arie egală cu aria unui pătrat cu latura de lungime egală cu raza sferei. În formulele dimensionale steradianul poate fi înlocuit cu numărul pur 1.

B. *MIJLOACE DE MĂSURARE PENTRU UNGHIURI*

a. Măsuri pentru măsurarea unghiurilor plane

Echere: servesc la măsurarea, verificarea și trasarea unghiurilor exterioare și interioare. Se confecționează cu unghiuri de 45, 60, 90 și 120°. Cele mai întrebuințate sînt cele de 90°, care se construiesc potrivit STAS 2050-51 în patru forme:

— *echere normale*, care se execută în două variante și anume echere simple (fig. 58, *a*) și echer cu talpă (fig. 58, *b*);

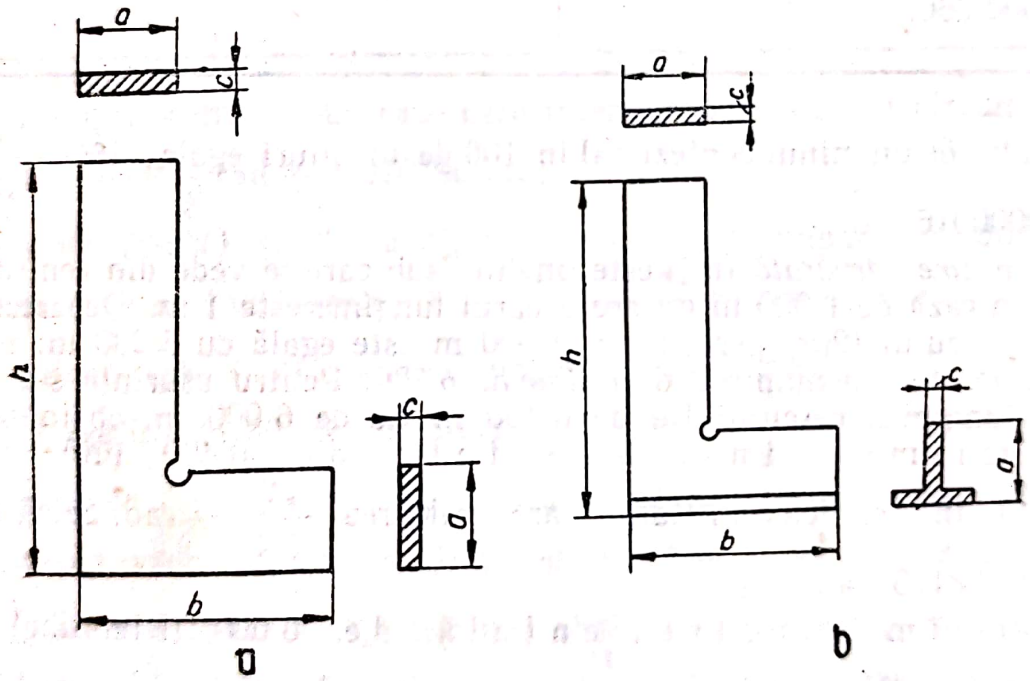


Fig. 58. Echere:
a — simplu; *b* — cu talpă.

— *echere profilate* (fig. 59);
— *echere pentru suprafețe* (fig. 60);
— *echere cu lamă* (fig. 61).

---

[1]) Unghiul solid al unui con este definit ca raportul dintre aria decupată pe o suprafață sferică (avînd centrul în vîrful acestui con) și pătratul razei sferei.

Scanned with OKEN Scanner

Toate aceste forme de echere se execută în patru clase de precizie, după mărimea abaterilor admise la perpendicularitatea feţelor principale de lucru, exprimată în secunde sau în micrometri pe lungimea h a catetei echerului şi anume:

Clasa 1: $\pm \left(2\ \mu m \frac{h}{100\,000}\right)$

Clasa 2: $\pm \left(5\ \mu m \frac{h}{50\,000}\right)$

Clasa 3: $\pm \left(10\ \mu m \frac{h}{20\,000}\right)$

Clasa 4: $\pm \left(20\ \mu m \frac{h}{10\,000}\right)$.

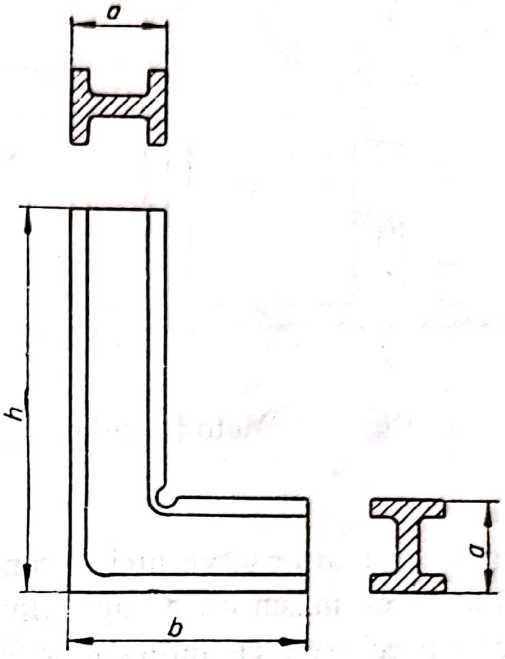


Fig. 59. Echer profilat.

Verificarea, ca şi obţinerea unor echere de precizie (care să poată servi apoi la verificarea altor echere) se face prin trei metode: a) metoda celor trei echere; b) metoda fantei duble de lumină şi c) metoda cu echer etalon de verificare şi aparat cu amplificare mecanică.

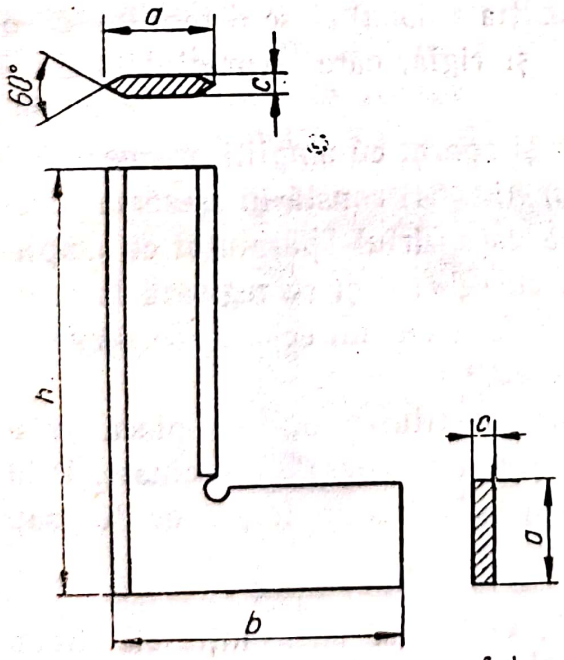


Fig. 60. Echer pentru suprafeţe.

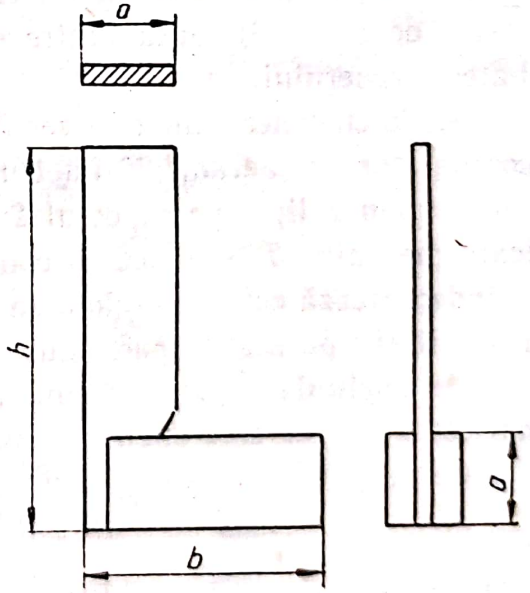


Fig. 61. Echer cu lamă.

Metoda celor trei echere constă în compararea pereche cu pereche a trei echere (I cu II; I cu III; II cu III), observîndu-se fanta de lumină care se formează între suprafeţele de referinţă lungi ale perechii de echere

așezate alături (fig. 62). Pentru realizarea de echere de precizie, dacă există o fantă de lumină echerele se pot ajusta, finisarea oprindu-se în momentul cînd pentru oricare combinație de așezare a celor trei echere

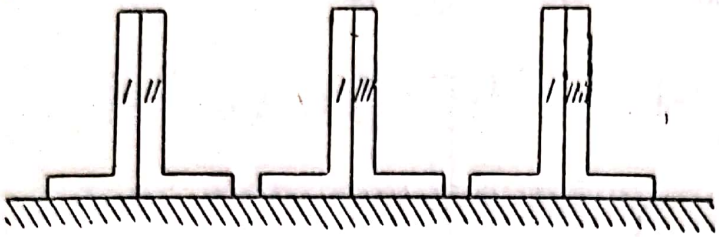


Fig. 62. Metoda celor 3 echere.

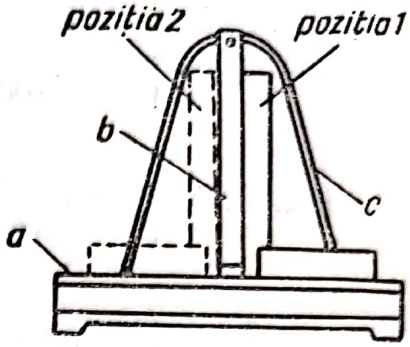


Fig. 63. Metoda fantei duble.

nu se va mai observa nici o fantă de lumină. Se obțin astfel echere cu abateri de măsurare de aproximativ 6 μm pe înălțimea catetei, ceea ce pentru echerele cu latura $h = 250$ mm reprezintă $\pm 5''$.

Metoda fantei duble de lumină necesită un aparat (fig. 63). care are suportul *c* montat rigid pe placa de bază *a*. De suport este suspendată o riglă *b* cu suprafețele plan-paralele. Echerul de verificat se așază pe suprafața plăcii de bază *a* și se deplasează pînă se lipește de rigla *b* în așa fel încît între ele să nu existe nici o fantă (prima poziție). Se așază echerul în partea cealaltă a riglei (poziția a doua) și se determină cu o mostră de spațiu [1]) fanta dintre echer și riglă, care reprezintă dublul abaterii echerului.

Metoda cu echer etalon de verificare și aparat cu amplificare mecanică (comparator cu cadran, minimetru etc) (fig. 64) constă în așezarea echerului etalon *1* lipit pe suportul *2* după care vîrful aparatului cu amplificare mecanică *3* se aduce în contact cu echerul și se reglează la zero. Se îndepărtează echerul etalon, se așază la locul lui echerul de verificat și se citește pe scara aparatului abaterea.

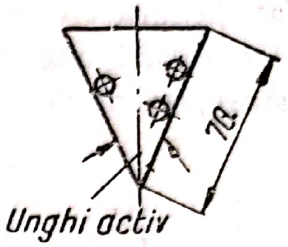
Cale unghiulare (fig. 65) sînt măsuri constituite dintr-o placă prismatică, avînd diverse unghiuri între suprafețele laterale învecinate. Prin aderare se pot alcătui unghiuri de diferite valori în trepte de 30″ sau

---

[1]) Mostra de spațiu se obține astfel: se face să adere între ele cîteva cale plan-paralele în două blocuri, astfel ca diferența dintre dimensiunile celor două blocuri să fie de 0,005 mm, Blocurile de cale se fac să adere unul lîngă altul pe o placă de sticlă optic-plană. Pe blocul mai înalt se face să adere o cală plan-paralelă care se așază jumătate pe acesta și jumătate deasupra blocului vecin, între acestea și cală creindu-se astfel un spațiu de 0,005 mm, care reprezintă o mostră de spațiu.

Scanned with OKEN Scanner

de 10″ de la 0...90°. Se execută în două clase de precizie, cl. 1 cu eroarea tolerată ±10″ şi cl. 2 cu eroarea tolerată ±30″, abaterile de la planeitate ale suprafeţelor de referinţă la ambele clase trebuind să nu depăşească 0,3 μm. Pentru unghiuri de la 10...79° se fac truse care conţin 19, 36 sau 94 bucăţi, avînd forma triunghiulară şi un singur unghi de măsurare, iar pentru unghiuri de la 80... 100°, avînd formă de patrulater, cu patru



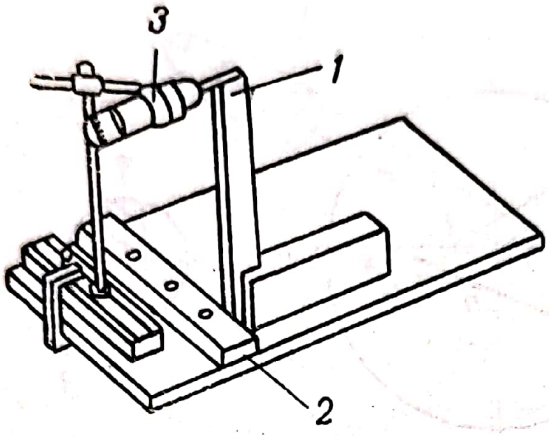


Fig. 64. Metoda cu echer şi aparat de amplificare mecanică.

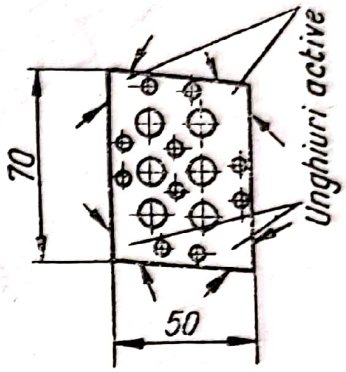


Fig. 65. Cale unghiulare.

unghiuri de măsurare. Cu trei truse de 36 bucăţi, sau cu o trusă de 94 bucăţi se pot realiza unghiuri pînă la 350°. În cazul truselor cu 36 bucăţi numărul de cale cu care se realizează un bloc trebuie să fie maximum 5, iar în cazul truselor cu 94 bucăţi, maximum 3. S-au realizat şi truse de 5 bucăţi, cu valorile: 15°, 30°, 45°, 55° şi 60°. Pentru utilizarea calelor unghiulare sînt necesare truse de accesorii (fig. 66) care conţin suporţi *1*, cepuri conice *2*, şurubelniţă *3* şi riglă cu faţă de trasat *4*.

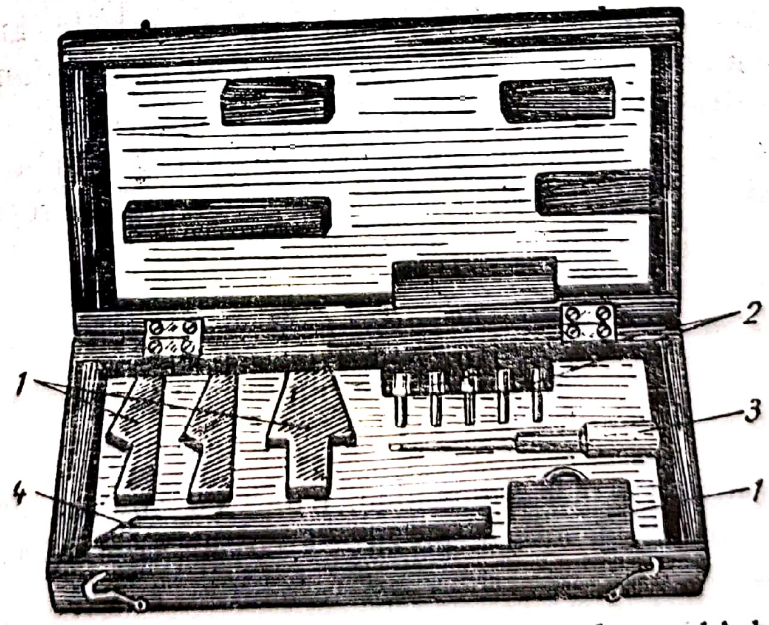


Fig. 66. Trusă de accesorii pentru cale unghiulare.

Scanned with OKEN Scanner

Erorile de măsurare cu cale unghiulare nu depăşesc de obicei 15″ (fără a fi cuprinsă eroarea calelor). Verificarea unghiurilor se execută cu ajutorul unui goniometru, (fie cu colimator, fie cu autocolimaţie) care permite citirea unghiurilor cu o precizie de 1″. Schema de principiu a măsurării unghiului calelor cu ajutorul goniometrului cu colimator este reprezentată în fig. 67, în care o fantă de lumină *1* este situată în focarul

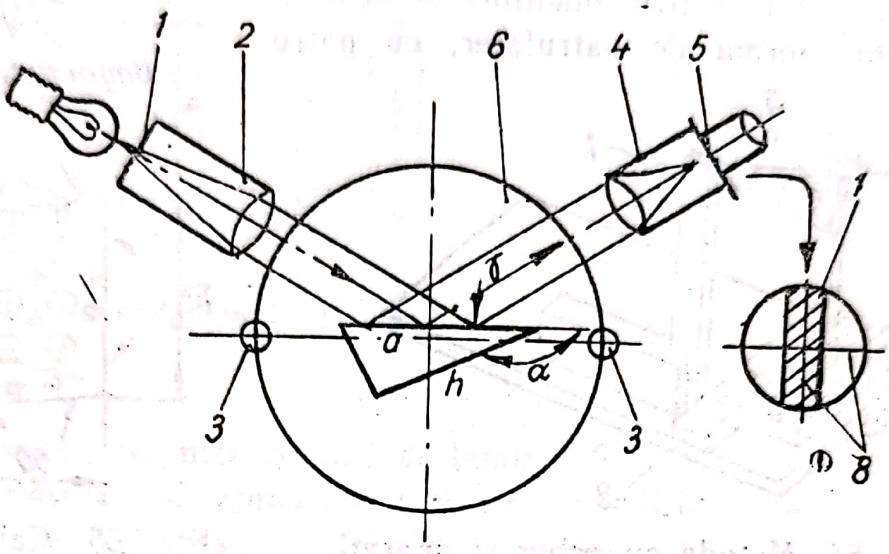


Fig. 67. Principiul măsurării unghiului calelor cu goniometrul cu ocular.

obiectivului lunetei colimatoare *2*. Cala de măsurat este aşezată cu faţa plană *a* în apropiere de centrul de rotaţie al goniometrului, în aşa fel încît centrul să se afle pe bisectoarea unghiului care se măsoară γ. Faţa *a* se roteşte în aşa fel încît fanta de lumină să fie prinsă în ocularul lunetei de vizare *4* a cărei poziţie trebuie să fie simetrică faţă de firele rectangulare *8* ale reticulului *5*. Cu microscoapele *3* se citesc diviziunile de pe cadranul goniometrului [1]), după care se roteşte măsuţa goniometrului cu un unghi α, astfel ca faţa plană *b* să reflecte fanta de lumină în aceeaşi poziţie simetrică faţă de firele rectangulare ale reticulului şi se fac noi citiri la microscoape. Notîndu-se cu α_1 şi α_2 citirile făcute pentru suprafaţa *a* şi cu α_1' şi α_2' pentru suprafaţa *b*, unghiul de rotaţie al cadranului este

$$\alpha = \frac{\frac{\alpha_1 - \alpha_1'}{2} + \frac{\alpha_2 - \alpha_2'}{2}}{2}.$$

În cazul utilizării metodei goniometrului cu autocolimaţie (fig. 68) se foloseşte o lunetă de vizare prevăzută cu autocolimator, în care caz

[1]) A se vedea descrierea goniometrului.

sursa de lumină *1* se găseşte în focarul lentilei *2* fasciculul luminos fiind trimis pe suprafaţa reticulului *5* şi prin reflecţie de 90° pe suprafaţa cubului optic *9* de unde prin obiectivul *4* ajunge la suprafaţa *a*. Cu aju-

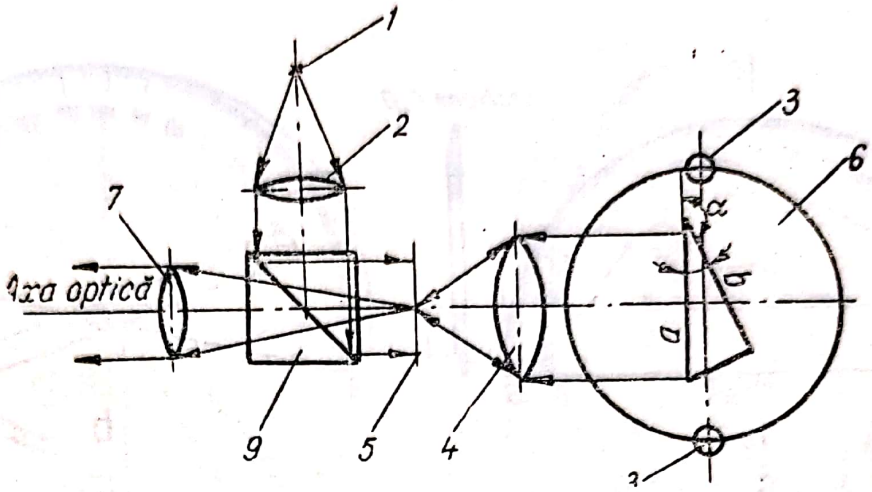


Fig. 68. Principiul măsurării unghiului calelor cu goniometrul cu autocolimaţie.

torul ocularului *7* se observă simultan pe reticulul *5* imaginile firelor reticulare. În cazul că imaginea directă şi imaginea reflectată pe suprafaţa *a* a calei coincid, se citesc diviziunile la microscoapele *3*. Se procedează la fel şi pentru faţa *b*, unghiul rezultînd tot cu ajutorul relaţiei de mai sus.

Verificarea se poate face şi cu cale unghiulare etalon de verificare (fig. 69) avînd aceeaşi valoare nominală. Cala de verificat se aşază fie pe cala etalon formîndu-se un bloc care se aşază pe măsuţa de măsurare prevăzută cu nervuri a unui optimetru cu ajutorul căruia se determină abaterea de la paralelism, a feţelor active ale blocului format. Abaterea unghiului controlat δ_ι exprimată în secunde se calculează cu relaţia:

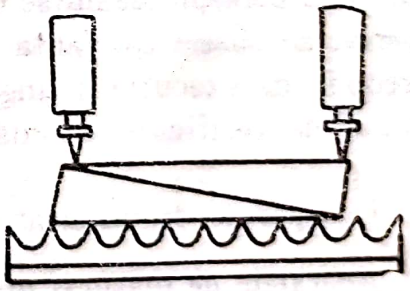


Fig. 69. Verificarea unghiului calelor cu cale unghiulare etalon.

$$\delta_\iota = \frac{\delta_h}{l} \cdot 2 \cdot 10^5 \pm \Delta\alpha,$$

în care δ_h este abaterea de la paralelism, respectiv diferenţa între indicaţiile optimetrului la vîrful şi la baza calei unghiulare controlate, l este lungimea feţei active a calei unghiulare, $2 \cdot 10^5$ numărul (aproximativ) de secunde dintr-un radian şi $\pm\Delta\alpha$ eroarea unghiului activ al calei unghiulare etalon de verificare, care este de $\approx 4''$.

Scanned with OKEN Scanner

Raportoare mecanice simple (fig. 70, *a* și *b*) pot fi fără riglă mobilă (*a*) sau cu riglă mobilă (*b*). Au pe scara gradată trasate diviziuni de la 0...180°, din grad în grad, numerotate din 10 în 10°, iar pe muchia inferioară centrul 0 al cercului. Pentru măsurare se așază raportorul în așa fel încît

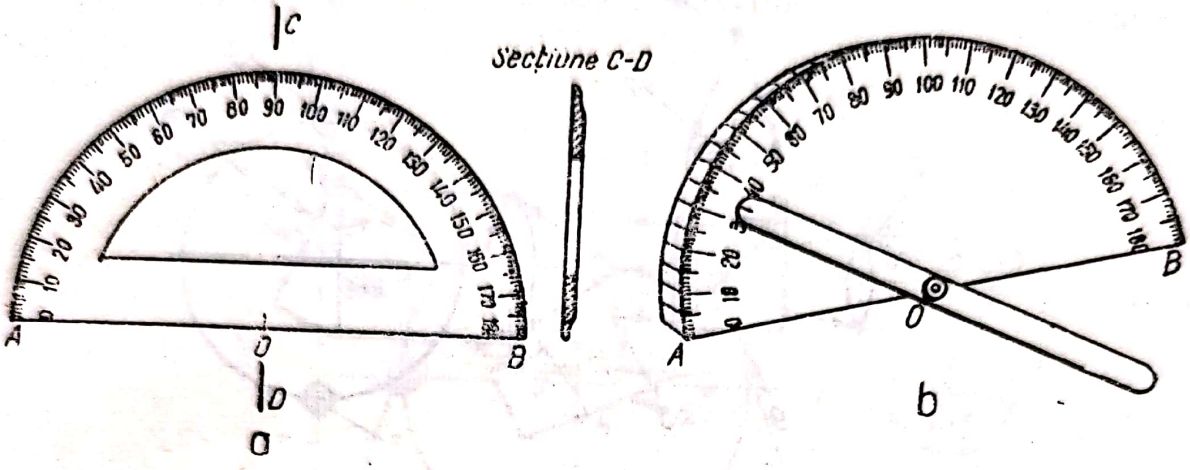


Fig. 70. Raportor mecanic simplu:
a — fără riglă mobilă; *b* — cu riglă mobilă.

vîrful unghiului care se măsoară să coincidă cu centrul 0 al raportorului, iar una din laturile unghiului să coincidă cu latura (muchia) inferioară *AB*; în dreptul celei de a doua laturi a unghiului se citește pe scara gradată a raportorului mărimea unghiului măsurat, precizia măsurării fiind în cel mai bun caz 30′, fapt pentru care raportoarele mecanice simple nu pot fi utilizate la determinările de precizie.

Șabloane unghiulare sînt folosite la controlul unghiurilor diferitelor piese; sînt confecționate din tablă de oțel cu grosimea de 0,5...6 mm. Controlul unghiurilor se face aplicînd șablonul pe piesă. Dacă piesa și șablonul corespund, nu se observă nici o fantă de lumină între ele. Contrariu, se observă o fantă de lumină după a cărei mărime se apreciază precizia de execuție a unghiului [1]). Șabloanele sînt supuse numai regimului de verificare internă (în laboratoarele metrologice uzinale).

b. Aparate de măsurat unghiuri plane

Aparatele de măsurat unghiuri, se bazează pe diferite principii, unele fiind simplu mecanice, altele optico-mecanice și altele optice. Distingem [2]):

— *raportoare cu vernier* [3]) care pot fi pentru măsurări de unghiuri

[1]) O fantă de lumină de 0,01 mm se descoperă ușor cu ochiul liber, putîndu-se observa chiar fante de 0,002 mm.
[2]) Tipuri reprezentative.
[3]) Vernierul circular obișnuit se execută pentru precizia de citire de 2′. Distanța reperelor exterioare ale scării gradate este de 29 diviziuni egale.

de la 0...180° şi pentru unghiuri de la 0...320°.Raportorul de la 0...180° (fig. 71, *a*) este format din semicercul *1* pe care se află rigla *2*. O riglă mobilă *3* se roteşte pe ax împreună cu vernierul *4* care are un şurub micrometric *5* pentru reglare fină, pe rigla mobilă putîndu-se fixa un echer *6*,

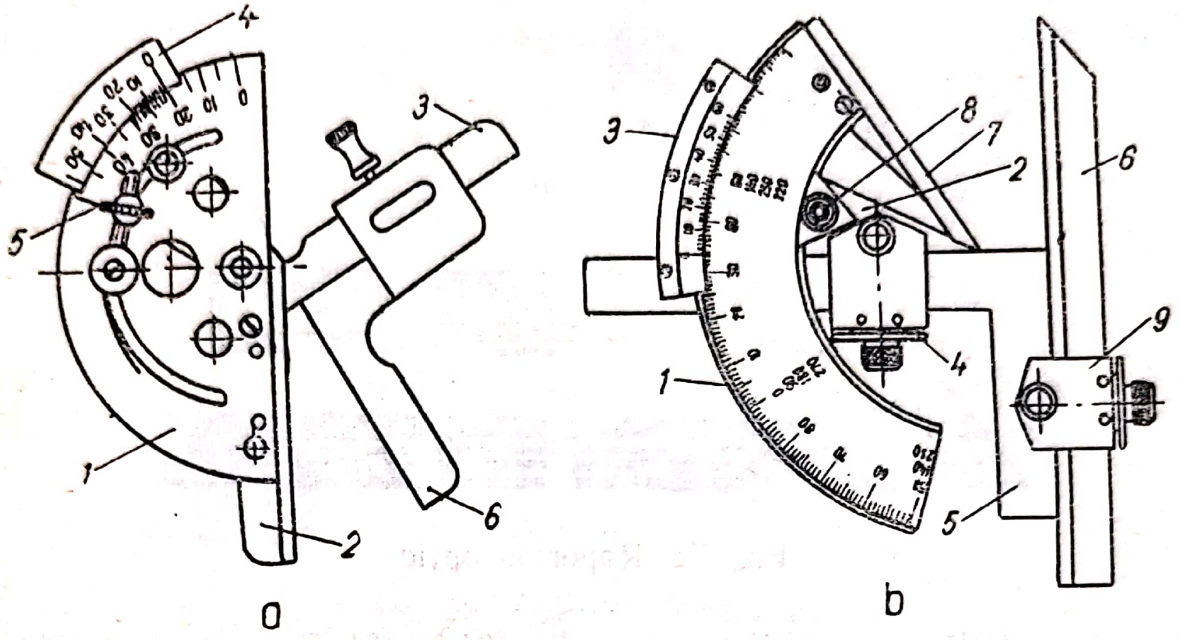


Fig. 71. Raportoare cu vernier:
a — pentru unghiuri 0...180°; *b* — pentru unghiuri 0...320°.

pentru cazul cînd se măsoară unghiuri de la 0...90°. Pe semicerc sînt trasate diviziuni numai pe un arc de cerc de 120°. Vernierul are 30 de diviziuni, citirile putînd să se facă cu precizia de 2′. Raportorul pentru unghiuri de la 0...320° (fig. 71, *b*) este format din sectorul *1* pe care se află scara gradată pe care este fixată rigla *7*. Pe sector se deplasează lama *2* prevăzută cu vernier *3* şi opritor *8*. Pe lama *2* se fixează un echer *5* cu ajutorul unui cursor demontabil *4*. Pe echerul *5* se fixează rigla *6* tot cu un cursor demontabil *9*. Se pot măsura unghiuri de la 0...50°. Pentru unghiuri de la 50° la 140° se scoate echerul *5* şi se fixează în locul lui rigla *6*, iar pentru unghiuri de la 140 ...230° se montează în cursorul *4* echerul *5*, însă fără rigla *6* şi fără cursorul *9*. Pentru unghiuri de la 230 ...320° măsurarea se face fără riglă şi fără echer, cu ajutorul lamei *2* şi al riglei *7*. Precizia de citire la vernier este 2′.

---

o diviziune a vernierului fiind 29°/30 = 58′, adică cu 2′ mai mică decît o diviziune de pe scara gradată şi deci vernierul se poate grada din 10 în 10 minute. Fiecărei diviziuni a vernierului care ar coincide cu o diviziune a scării raportorului, îi corespunde cîte 2′. Exemplu: Dacă reperul 11 de pe vernier coincide cu un reper de pe scara gradată, atunci fracţiunea în minute a unghiului de măsurat este de 11 × 2 = 22′.

Scanned with OKEN Scanner

— *raportoare optice* (fig. 72), sînt raportoare optico-mecanice formate din corpul *1* care are două părţi, una fixă şi alta mobilă. Partea fixă este fixată rigid pe rigla *2* prevăzută cu un şanţ *3* în care se poate deplasa o riglă mobilă *4*. Pe interiorul părţii fixe a corpului se află montată o

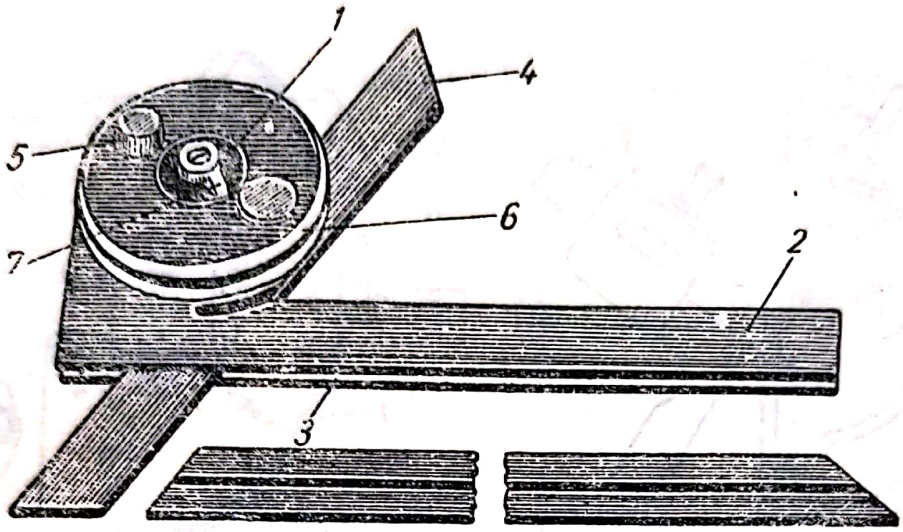


Fig. 72. Raportor optic.

placă de sticlă cu gradaţii circulare din 10′ în 10′. Pe partea mobilă a corpului la partea superioară se află o lupă *5* pe care este trasat un reper indicator. Pe partea posterioară a părţii mobile, în dreptul lupei, se află un orificiu prevăzut cu o placă de sticlă. Prin acest orificiu se iluminează prin transparenţă scara gradată şi lupa, cu ajutorul unei surse luminoase. Rotind rigla mobilă *4*, se deplasează simultan şi lupa cu reperul indicator. Citirea unghiului dintre rigla fixă şi cea mobilă, se face vizînd prin lupă. Rigla mobilă se poate roti cu 360° în jurul axului de rotaţie a raportorului, ceea ce permite să se măsoare orice unghi, precizia de citire fiind cel puţin 10′. Cu ajutorul inelului moletat *6* raportorul poate fi fixat în orice poziţie dorită, blocarea riglei *4* putîndu-se face prin rotirea, în sensul mersului acelor unui ceasornic, a pîrghiei de fixare *7*;

— *raportoare universale* (fig. 73) sînt alcătuite din corpul propriu-zis alcătuit dintr-o riglă (talpă) *1* şi un disc *2* divizat în grade, o riglă mobilă *3* solidară cu un disc *4* cu diametrul mai mic decît primul şi aşezat deasupra acestuia. Pe discul mai mic se află fixată o plăcuţă cu vernier circular *5* (vernierul la unele tipuri este gradat direct pe disc). Rigla mobilă împreună cu discul mic se pot roti în jurul centrului discului riglei (talpei), putînd de asemenea să culiseze de-a lungul ei şi să fie fixată în poziţia necesară cu ajutorul unui şurub de blocare *6*. Discul raportorului este divizat în 360°, iar vernierul în 24 părţi, cîte 12 de-o parte şi de alta a reperului zero. Precizia de citire a vernierului raportorului este 60′/12 = 5′.

Scanned with OKEN Scanner

La toate tipurile de raportoare descrise determinarea erorilor de indicare se face cu ajutorul calelor unghiulare clasa de precizie *2*, determinările făcîndu-se în cel puţin cinci puncte repartizate uniform pe scara gradată

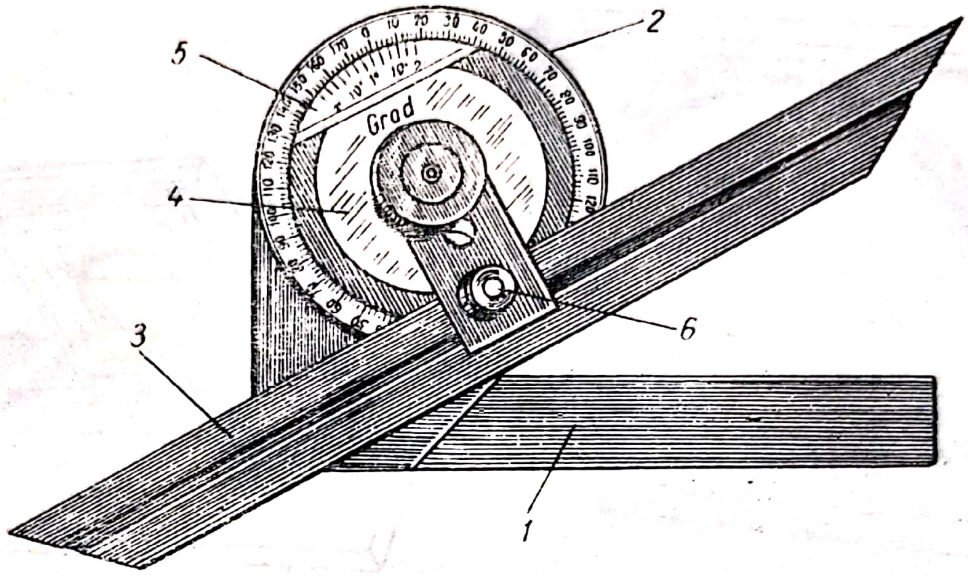


Fig. 73. Raportor universal.

a raportorului şi pe scara vernierului, şurubul de blocare fiind strîns şi apoi slăbit. Întrucît raportoarele cu vernier au precizia de citire de 2′, ele se verifică cu cale unghiulare avînd unghiurile de 15°10′, 32°20′, 45°30′, 60°40′ şi 75°50′. Erorile de indicare nu trebuie să depăşească eroarea tolerată de ±2′.

Nivele cu bulă de aer, sînt aparate simple folosite la verificarea orizontalităţii sau verticalităţii suprafeţelor. Distingem [1]):

— *nivele cu cadran* (fig. 74), alcătuite din tubul din sticlă *1* fixat pe un cadran *2*. Tubul are suprafaţa interioară şlefuită şi este umplut cu eter etilic (sau cu alcool etilic), în interiorul tubului rămînînd o mică bulă de aer care conţine vapori de eter (sau de alcool). Nivela cu cadran mai are un tub *3*, de asemenea prevăzut cu bulă, perpendicular pe primul. Valoarea unei diviziuni corespunde distanţei cu care se deplasează bula cînd nivela se înclină cu un unghi oarecare. Între deplasarea L a bulei, raza R a tubului nivelei şi unghiul de înclinare a nivelei există relaţia $L = R.\ \varphi$, în cazul în care unghiul φ este dat în radiani. Dacă acest unghi este dat în secunde, relaţia devine $L = R.\ \varphi/206205$ (unde 206 205 este valoarea în secunde a unui radian). Valoarea diviziunii este de 4″...1′, distanţa între repere fiind de 2 mm. Pentru valoarea diviziunii de 4″ rezultă că raza de curbură R a tubului trebuie să fie

[1]) Tipuri reprezentative.

$R \approx \frac{206\,000}{4''} = \frac{2 \cdot 206\,000}{4''} = 103$ m. Abaterea bulei de aer de la poziţia mediană cînd nivela este aşezată pe un plan orizontal sau cu oricare din suprafeţele de referinţă pe un plan vertical, nu trebuie să

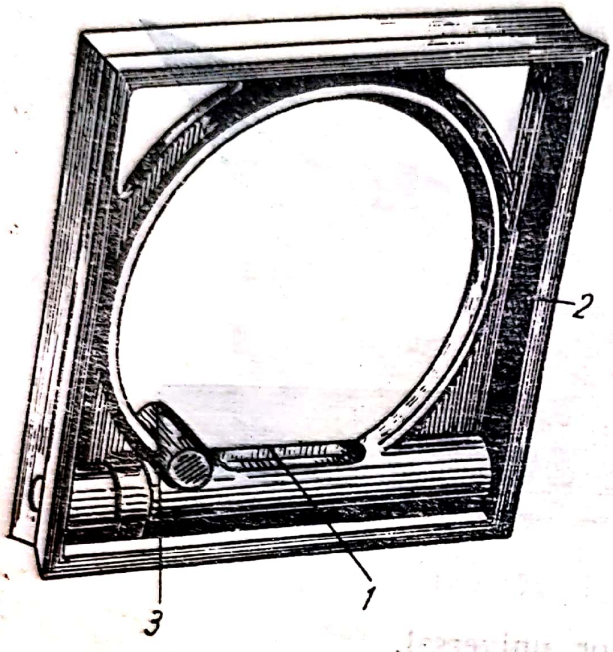


Fig. 74. Nivelă cu cadran.

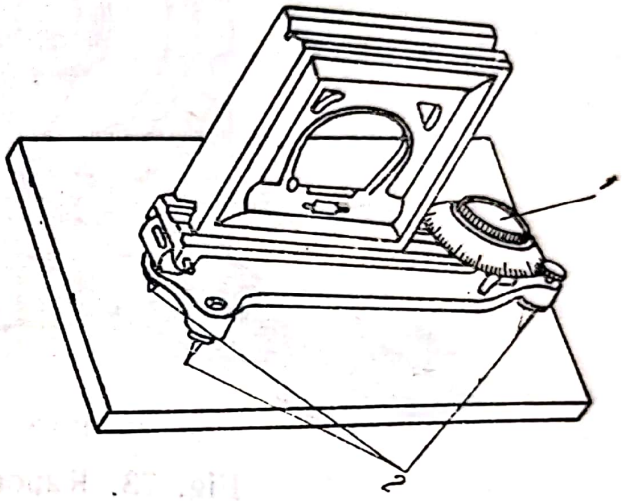


Fig. 75. Unghiul de deplasare al bulei.

depăşească 1/4 diviziune. Eroarea valorii diviziunii raportată la valoarea marcată pe nivelă, în oricare din porţiunile scării gradate nu trebuie să depăşească 20%. Verificarea se face cu un dispozitiv examinator (fig. 75) cu valoarea diviziunii de cel mult 1/5 din valoarea diviziunii nivelei. Eroarea faţă de reperul zero se determină prin semidiferenţa citirilor făcute la două poziţii care diferă între ele cu 180°, citirile făcîndu-se la aceeaşi margine a bulei. Se aduce în prealabil tamburul *1* al dispozitivului la poziţia zero şi cu ajutorul şuruburilor *2* se aduce la mijloc bula din tubul mic, iar una dintre marginile bulei din tubul mare se suprapune peste reperul extrem al scării nivelei. Rotind apoi tamburul se aduce succesiv în coincidenţă marginea bulei din tubul mare cu fiecare dintre reperele nivelei şi se înregistrează indicaţiile citite pe tambur. După ce s-a ajuns la limita scării nivelei, se repetă verificarea în sens invers, pornind de la reperul terminal, valoarea fiecărei diviziuni fiind media aritmetică a rezultatelor obţinute în cele două sensuri. Pentru trasarea diviziunilor la reperele nivelelor care se construiesc, valorile se stabilesc în acelaşi mod [1]);

[1]) S-au realizat şi nivele cu raportor, precum şi nivele cu microscop. Principiul de funcţionare şi modalitatea verificării, sînt aceleaşi ca la toate nivelele cu bulă de aer.

Scanned with OKEN Scanner

BIBLIOTECA Centrală Regională IAȘI

— *nivelele de lăcătuşerie*, nu au cadran. Au valoarea diviziunii 1', intervalul unei diviziuni fiind 2 mm. Se verifică în acelaşi mod ca nivelele cu cadran;

— *nivele micrometrice cu dispozitiv optic* (fig. 76) la care mărirea optică permite folosirea unui tub de sticlă *3* cu o rază de curbură mică;

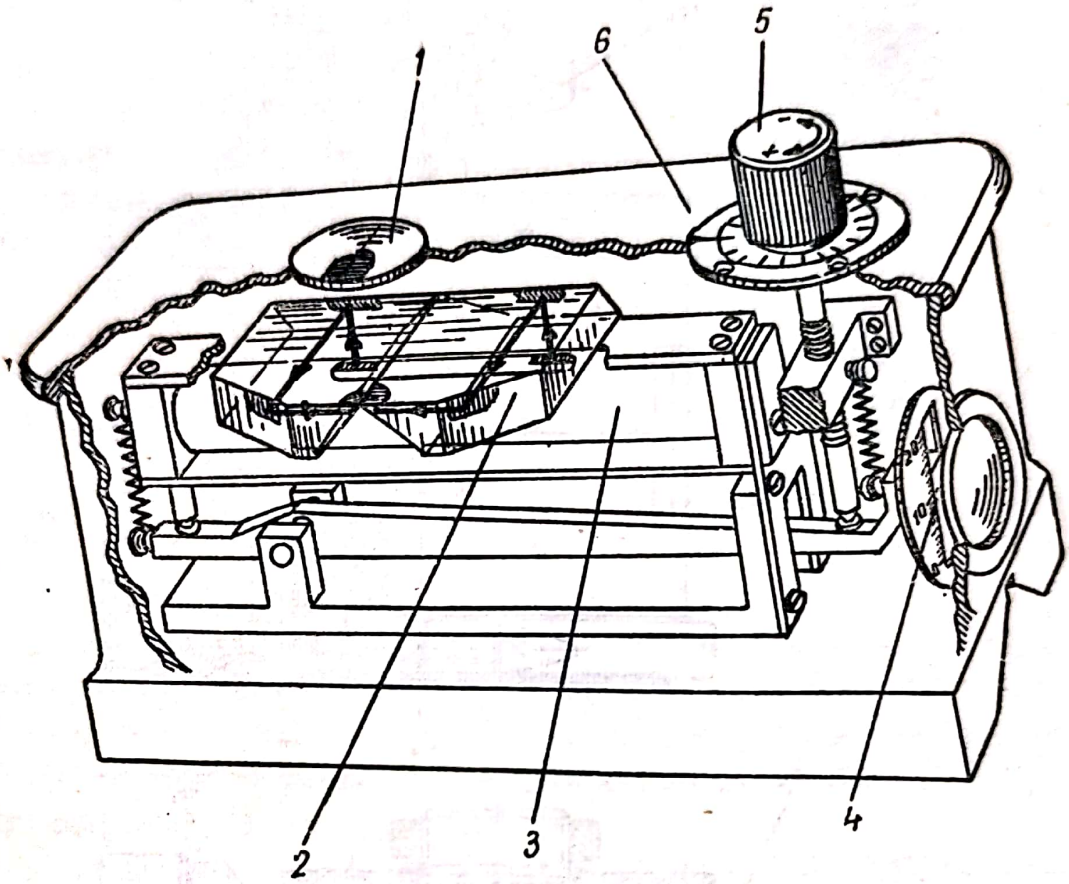


Fig. 76. Nivelă micrometrică cu dispozitiv optic.

au o precizie de citire mai mare decît a celorlalte nivele. Diviziunile sînt de 1 mm. Prin rotirea tamburului *5* faţă de indicele fix *6* se stabileşte suprapunerea marginilor celor două jumătăţi de imagini ale bulei ce se văd prin ocularul *1* al sistemului de prisme *2*, după care se fac citirile pe scara gradată liniară *4*. La o diviziune de 1 mm corespunde o înclinare de 0,01 mm/1 000 mm. Compensarea erorii pasului şurubului micrometric se realizează prin modificarea raportului de transmitere a sistemului de pîrghii. Condiţiile şi modul de verificare sînt aceleaşi ca la celelalte nivele cu bule de aer.

Capete divizoare [1]) **optice** (fig. 77), sînt aparate folosite în construcţia de maşini pentru divizări unghiulare şi pentru măsurări şi veri-

[1]) S-au realizat şi capete divizoare mecanice, care însă nu mai pot realiza precizia necesară cerinţelor actuale ale tehnicii, fapt pentru care au fost înlocuite cu capetele divizoare optice, care prezintă următoarele avantaje: a) împărţirea se face în unghiuri la centru prin metodă directă; b) citirile se fac cu un microscop; c) împărţirile unghiurilor nu se fac cu mecanisme a căror uzură introduce erori.

Scanned with OKEN Scanner

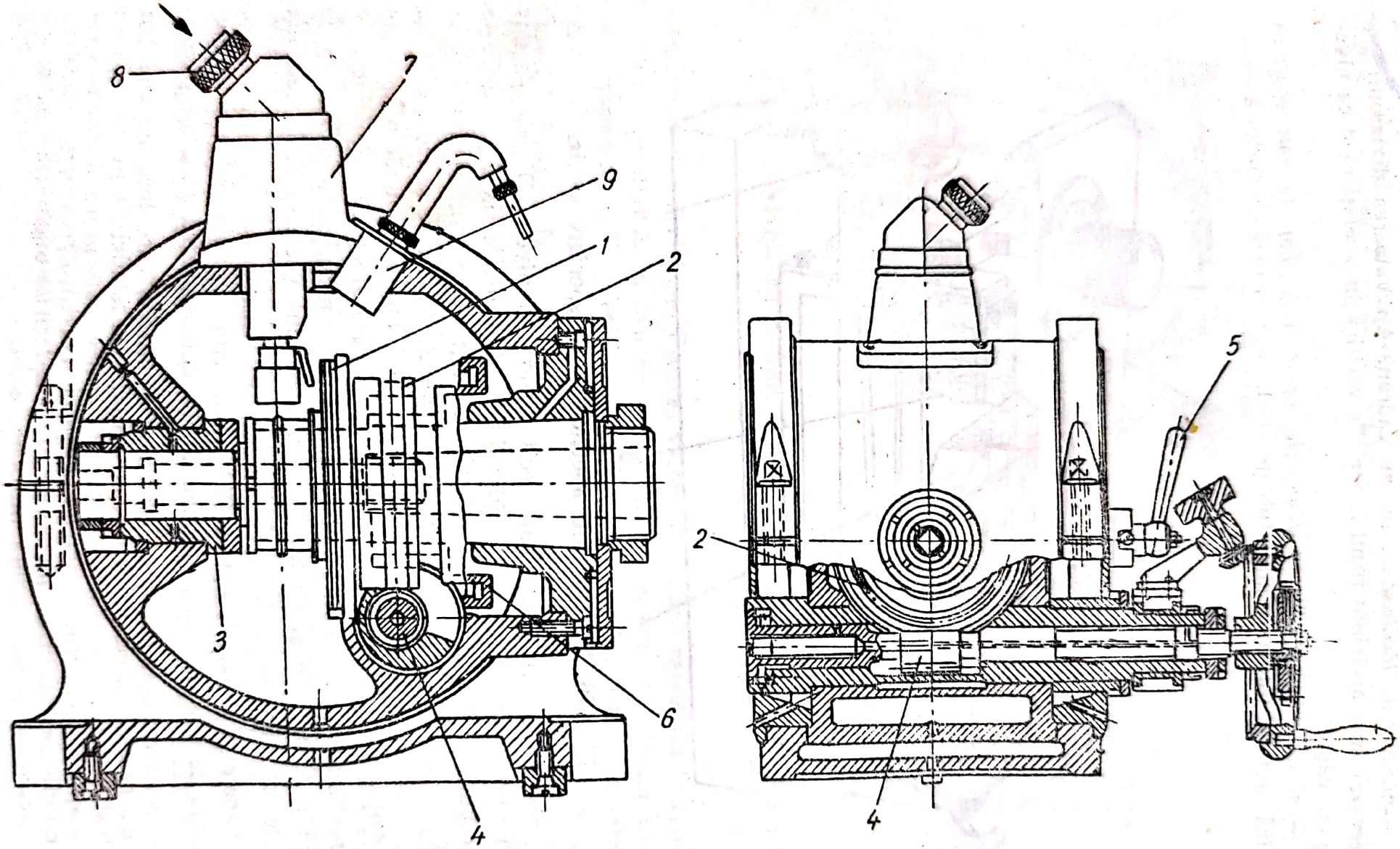


Fig. 77. Cap divizor optic:
a — secțiune longitudinală; *b* — secțiune transvesală.

ficări de unghiuri la centru ale diferitelor piese. Sînt alcătuite, în general, dintr-o scară gradată *1* trasată pe un disc de sticlă şi fixată rigid pe o roată melcată *2* care se roteşte în două lagăre *3*, mişcarea de rotaţie fiind dată de melcul *4* aflat în legătură cu maneta *9*. Roata melcată *2* se poate bloca cu maneta *5* care este în legătură cu o şaibă de prindere *6*. Un microscop *7* serveşte la citirea prin ocularul *8* a unghiurilor de rotaţie a axului principal, pe scara circulară *1*. În cîmpul vizual al ocularului se află o scară gradată cu valoarea diviziunii de 1′. Iluminarea este dată de sursa de lumină *9*. Imaginea din cîmpul ocularului are aspectul din fig. 78. Precizia împărţirii cu ajutorul capului divizor optic este ±20″. Se verifică cu cale unghiulare.

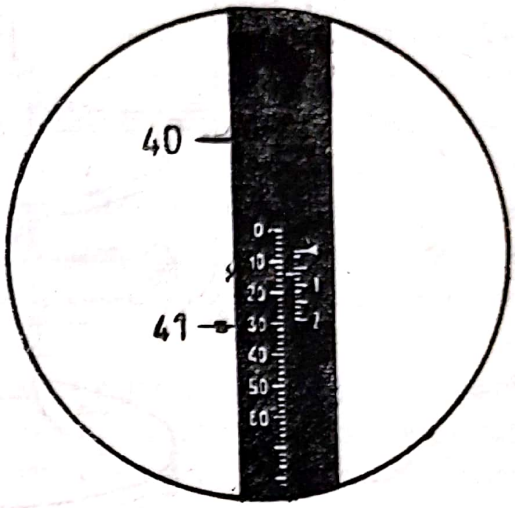


Fig. 78. Imaginea în cîmpul ocularului.

Goniometre, sînt aparate optico-mecanice folosite la măsurarea unghiului pe care-l formează două feţe ale unei prisme (goniometre cu reflexie) sau a unghiului format din două drepte care se intersectează în axul vertical al goniometrului (goniometre topografice). Pot fi cu simplă colimaţie şi cu autocolimaţie;

— *goniometre cu reflexie* (fig. 79) constau dintr-un cerc divizat *1* în centrul căruia se află o măsuţă *2* solidară cu un braţ rotativ sau un vernier *3* care serveşte la citirea rotirii măsuţei, citirea făcîndu-se printr-un microscop de citire. Luneta colimatoare *4* este montată pe un braţ rotativ *5* a cărui axă de rotaţie coincide cu axa măsuţei şi cu centrul cercului divizat *1*. Rotirea braţului se citeşte pe cercul divizat. Fanta colimatorului este plasată faţă de obiectiv în aşa fel încît razele de lumină incidente să iasă din obiectiv în fascicul de raze paralele. Pe axa goniometrului se găseşte un braţ rotativ *6* prevăzut cu o lunetă *7*, rotirea braţului citindu-se pe cercul divizat. Luneta şi colimatorul fiind în opoziţie pe aceeaşi dreaptă, se observă prin lunetă imaginea reală a fantei. Pentru stabilirea direcţiei, luneta este prevăzută cu reticul. Se verifică cu cale unghiulare;

— *goniometre topografice* (fig. 80), denumite şi *nivele*, servesc la măsurarea atît a unghiurilor orizontale cît şi a distanţelor. Sînt alcătuite din aparatul propriu zis *1* şi trepiedul *2*. Aparatul propriu-zis are o lunetă de vizare *3* prevăzută cu şurub *4* pentru reglarea distanţei focale. În interiorul ocularului *5* se află o placă de sticlă cu fire reticulare, firul vertical avînd două repere paralele care servesc la măsurarea distanţelor.

Scanned with OKEN Scanner

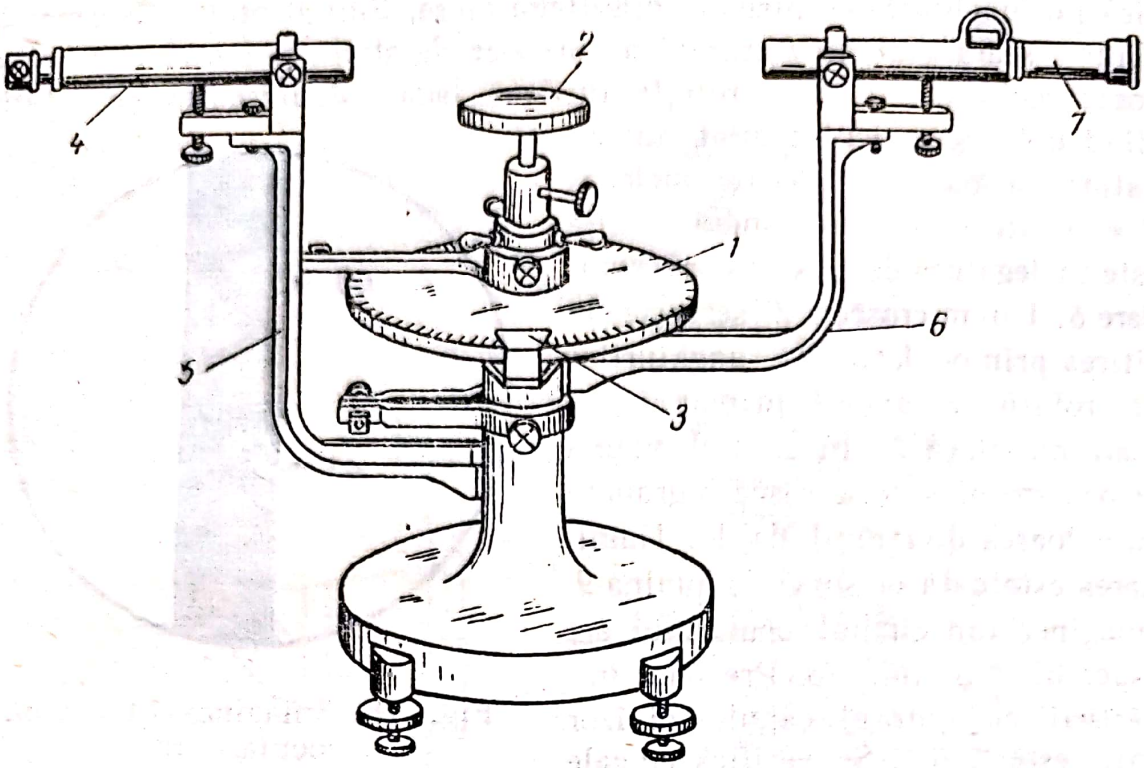


Fig. 79. Goniometru cu reflexie.

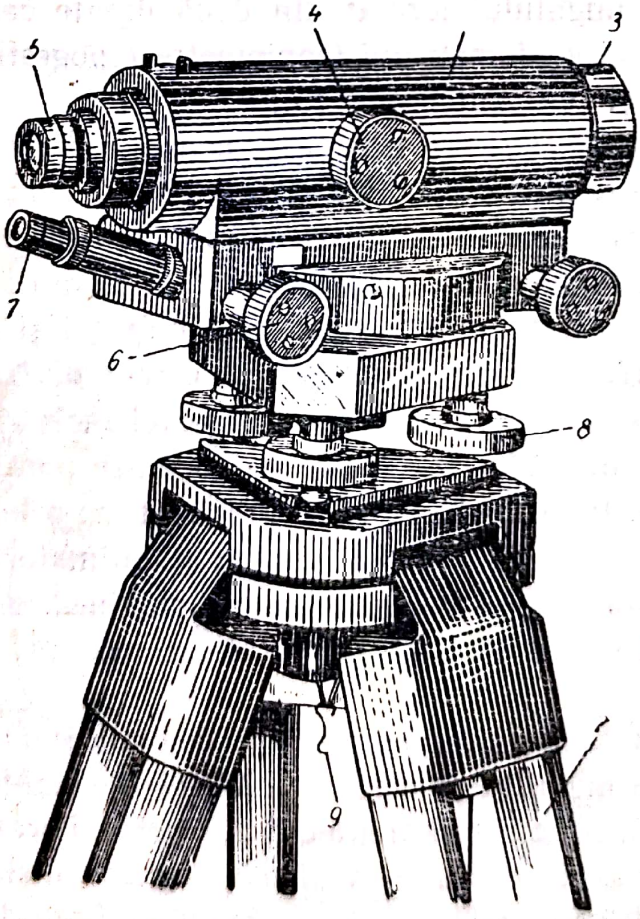


Fig. 80. Goniometru topografic.

Scanned with OKEN Scanner

Se poate deplasa cu ajutorul unui şurub *6*. Citirea unghiurilor se face cu microscopul *7*. Cu ajutorul şuruburilor de calaj *8* aparatul se aşază în poziţie orizontală. Verticalitatea se asigură atîrnînd un fir de plumb de cîrligul *9* de la trepied. Scara gradată la tipurile mai noi este în grade centezimale, de la 0...400^g; valoarea unei diviziuni de pe vernier este 10^c.

Pentru măsurarea unghiurilor, aparatul se reglează în poziţie orizontală, după care se vizează un punct pe teren în care a fost fixată o miră topografică sau un jalon. Se blochează aparatul şi se deplasează firul reticular vertical pînă se suprapune pe o margine a mirei şi se citeşte unghiul cu microscopul. Se roteşte aparatul pînă apare în lunetă cealaltă miră sau jalon. Se citeşte unghiul. Diferenţa celor două citiri este valoarea unghiului măsurat.

Pentru măsurarea distanţelor, se aşază o miră la distanţa ce trebuie măsurată şi se deplasează firul reticular vertical pînă ce se găseşte pe centrul mirei şi se citeşte pe miră valoarea în centimetri, în dreptul reperului de jos de pe firul vertical şi apoi în dreptul reperului de sus. Diferenţa celor două citiri se înmulţeşte cu constanta aparatului (înscrisă pe aparat, de obicei $K = 100$), rezultatul reprezentînd distanţa în centimetri la punctul vizat. Verificarea pentru distanţe se face cu distanţe cunoscute şi pentru unghiuri, cu unghiuri stabilite trigonometric faţă de baze fixe cunoscute;

— *aparate bazate pe metode trigonometrice*, sînt denumite în general „rigle de sinus" sau „rigle de tangente", după cum măsoară sinusul sau tangenta unghiului, care apoi se determină prin calcul;

— r i g l e d e s i n u s (fig. 81) se bazează pe relaţia $\sin \alpha = \frac{h}{L}$ sau $h = L \sin \alpha$, în care α este unghiul de măsurat, L o distanţă cunoscută (distanţa dintre două role pe care se află fixată rigla) şi h înălţimea rolelor faţă de un plan de referinţă, înălţime care variază cu valoarea unghiului şi care fiind măsurată, permite stabilirea unghiului în funcţie de sinusul său. Se execută cu $L = 100$ mm şi $L = 200$ mm. După lăţimea măsuţei de măsurare se clasifică în: a) rigle de sinus late (măsuţa cu lăţimea sub 80 mm pentru cele cu $L = 100$ mm, sau peste 80 mm, la cele cu $L = 200$ mm) şi b) rigle de sinus înguste (măsuţa cu lăţimea 25 mm la cele cu $L = 100$ mm şi 50 mm la cele cu $L = 200$ mm). Riglele de sinus late se utilizează în special la reglarea de diferite unghiuri a pieselor pe maşini-unelte, iar cele înguste, în special pentru verificarea unghiurilor şi pentru

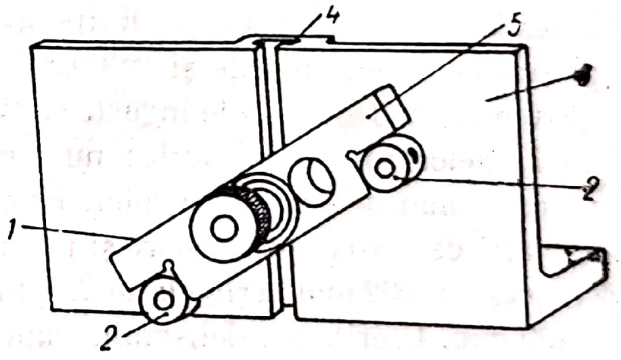


Fig. 81. Riglă cu sinus.

Scanned with OKEN Scanner

lucrări de etalonare. Se compun din: măsuță de măsurare *1*, role cilindrice *2*, placă echer de sprijin *3* prevăzută cu un șanț *4* în formă de T pentru fixarea riglei *5*. Pentru măsurări, se fixează rigla pe placa echer de sprijin și se așază pe o placă de măsurare perfect plană, după care se formează blocul de cale de dimensiunea h (corespunzătoare unghiului dorit) pe care se așază una din rolele riglei astfel încît suprafețele de măsurare AB și CD ale riglei (fig 82) să fie înclinate cu unghiul față de planul de referință. Dacă înclinarea h la care trebuie să se așeze rola riglei este mai mică de 1 mm, respectiv dacă $h = L \sin \alpha < 1$ mm cele două role se așază pe două cale (sau blocuri de cale) a căror diferență să fie $h = h_1 - h_2$. Suprafețele de măsurare ale riglei (STAS 5730-57) trebuie să fie $R_z = \max \cdot 0{,}8$ μm (R_a max = 0,16 μm) iar abaterea de la planeitate de maximum 0,002 mm pentru riglele înguste și late cu L=100 mm și de 0,003 mm pentru cele cu L=200 mm. Rugozitatea suprafețelor de măsurare ale rolelor trebuie să fie R_z=max 0,2 μm (R_a=max 0,04 μm). Abaterea de la paralelismul suprafeței de măsurare a riglei față de planul tangent la generatoarele rolelor nu trebuie să depășească 0,002 mm la cele cu L = 100 mm și 0,003 mm la cele cu L = 200 mm. Diferența între diametrele rolelor nu trebuie să depășească 0,003 mm. Abaterea de la forma geometrică a rolei nu trebuie să depășească 0,002 mm. Abaterile admise la distanța dintre axele rolelor cu L = 100 mm sînt ±2 μm la riglele înguste și ±3 μm la cele late, iar la riglele cu L = = 200 mm, ± 3 μm la cele înguste și ± 5 μm la cele late. Erorile paralelismului axelor rolelor cilindrice nu trebuie să depășească 0,001 mm la fiecare 25 mm din lungimea rolei. Erorile planeității suprafețelor de lucru ale plăcii de reazem posterioare și plăcii de reazem laterale nu trebuie să depășească 0,002 mm la riglele cu L=100 mm și 0,003 mm la cele cu L= = 200 mm. Erorile paralelismului suprafețelor de lucru ale plăcii posterioare și a plăcii laterale, față de planul tangent la role, nu trebuie să depășească pe toată lungimea 0,05 mm la riglele cu L = 100 mm și 0,08 mm la riglele cu L = 200 mm. Erorile de determinare a unui unghi α cînd se folosesc cale plan-paralele ca suprafață de referință, nu trebuie să depășească limitele calculate cu relația $\Delta\alpha = \pm 0{,}00003 (\sec\alpha + \operatorname{tg}\alpha)$ care pentru unele unghiuri în sistemul sexagesimal au valorile indicate în tabela 63.

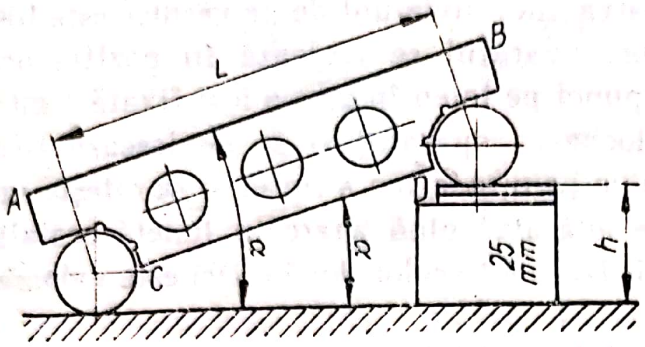


Fig. 82. Măsurarea unghiului cu rigla de sinus.

Verificarea distanțelor dintre axele calelor și dimensiunile rolelor se face cu optimetrul orizontal, cu vîrfurile de măsurare sferice cu raza

14...20 mm sau cu maşina universală de măsurat. Blocul de cale utilizat se stabileşte cu relaţia $A = L + d$, unde L este distanţa nominală între axele rolelor şi d este dimensiunea nominală a diametrului rolelor. Dimensiunea A se verifică cu optimetrul orizontal sau maşina de măsurat, prin găsirea valorii maxime la rotirea măsuţii optimetrului în jurul axului vertical şi a valorii minime prin rotirea măsuţei în jurul axului orizontal. Valoarea reală L între axele rolelor se calculează cu relaţia

Tabela 63

α în grade	$\pm \Delta\alpha$ în secunde
0	6
5	7
10	8
20	9
30	11
45	15

$$L = A - \frac{d_1 + d_2}{2}$$

unde d_1 şi d_2 sînt diametrele rolelor şi A valoarea blocului de cale calculată cu relaţia $A = L + d$. Dacă felul construcţiei riglei de sinus nu lasă posibilitatea măsurării dimensiunii A, atunci dimensiunea L se determină cu ajutorul unui bloc de cale plan-paralele (ales astfel încît înălţimea sa h să corespundă la un unghi de 45°) şi se scoate din relaţia $h = L \sin \alpha$. Se aşază apoi rigla de sinus pe o placă plană şi se aderă de faţa de măsurare a măsuţei o cală unghiulară cu unghiul egal cu α, aşezată cu vîrful către una din role iar faţa sa triunghiulară paralelă cu faţa laterală a riglei de sinus. Se introduce blocul de cale plan-paralele sub rola spre care este îndreptat vîrful calei unghiulare şi apoi cu ajutorul unui comparator cu valoarea diviziunii de 0,001 mm şi scară bilaterală, fixat într-un suport, se determină diferenţa de înălţime la ambele capete ale calei unghiulare care reprezintă diferenţa între cele două citiri (Δ) în μm, care se introduce în relaţia care dă abaterea între axele rolelor (δL)

$$\delta L = \frac{\Delta}{b} L \operatorname{ctg} \alpha \, 10^{-3} \text{ mm}$$

considerîndu-se că blocul de cale a fost stabilit în baza clasei de precizie. Dacă însă a fost stabilit după ordinul de precizie, la valoarea δL se adaugă corecţia $\frac{\delta h}{\sin \alpha} \cdot 10^{-3}$ mm adică $\delta h \operatorname{cosec} \alpha \cdot 10^{-3}$ mm în care δh este suma abaterilor în microni ale calelor plan-paralele luate după certificat. (Această corecţie se scade din δL cînd dimensiunea efectivă a blocului este mai mică decît dimensiunea nominală şi se adaugă cînd

Scanned with OKEN Scanner

este mai mare). Abaterea δL, astfel calculată, se ia cu semnul minus cînd valoarea citită cu comparatorul cu scară bilaterală în vîrful calei unghiulare este mai mare decît valoarea citită la baza calei şi cu semnul plus, dacă valoarea citită la baza calei este mai mare decît valoarea citită la vîrful calei. Verificarea rugozităţii suprafeţei de măsurare a riglei se face cu ajutorul unui microscop dublu (vezi microscopul dublu la Suprafeţe). Planitatea suprafeţei de măsurare a măsuţei se verifică prin metoda fantei de lumină în patru poziţii (cele două diagonale şi pe cele două mijloace ale laturilor). Paralelismul între feţele de măsurare ale măsuţei şi generatoarele de sprijin se verifică pe un plan de verificare cu ajutorul unui comparator 1/1 000 cu scara bilaterală, fixat într-un suport. Temperatura în laboratorul unde se face verificarea trebuie să fie 20° ±1°C. Condiţiile tehnice de construcţie şi funcţionare şi prescripţiile de verificare sînt indicate în instrucţiunile 149-60. Verificarea se face numai iniţial (la fabricaţie sau import şi după reparaţii), nu se aplică marca, verificarea constatîndu-se prin buletinul de verificare;

— **rigle de tangentă** (fig. 83), asemănătoare cu cele de sinus, sînt alcătuite dintr-o placă *1* cu feţe plan-paralele care se sprijină

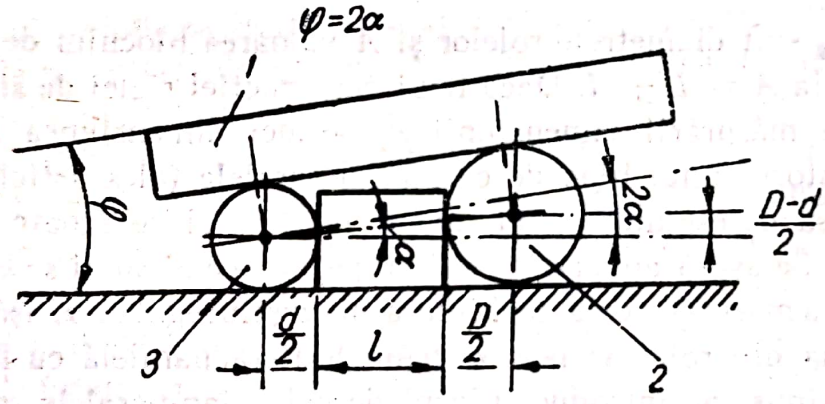


Fig. 83. Rigla de tangentă.

pe două calibre disc *2* şi *3* cu diametre diferite D şi d, distanţate de o cală plan-paralelă cu lungimea l. Unghiul de măsurat α este dat prin tangenta sa, potrivit relaţiei:

$$\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2} = \frac{D-d}{D+d+2l}.$$

Precizia de măsurare a unghiurilor pînă la 45° este cuprinsă între 6″ şi 10″. Condiţiile de construcţie şi funcţionare, precum şi modalitatea verificării, sînt aceleaşi ca la riglele de sinus. Se verifică numai iniţial.

Microscoape de măsurat [1]) sînt aparate de măsurat optice folosite la măsurarea unghiurilor şi dimensiunilor liniare şi în special la măsurarea elementelor filetului (unghi, pas, diametre etc). Distingem [2]):

[1]) Vezi şi „Microscoape" la lungimi. Idem, la suprafeţe.
[2]) Tipuri reprezentative.

— *microscoape de atelier*, care se fabrică în două tipuri: tip mic şi tip mare;

— microscoape de atelier tip mic (fig. 84) se compun din batiul *1* pe care se află măsuţa *2* în partea centrală din sticlă

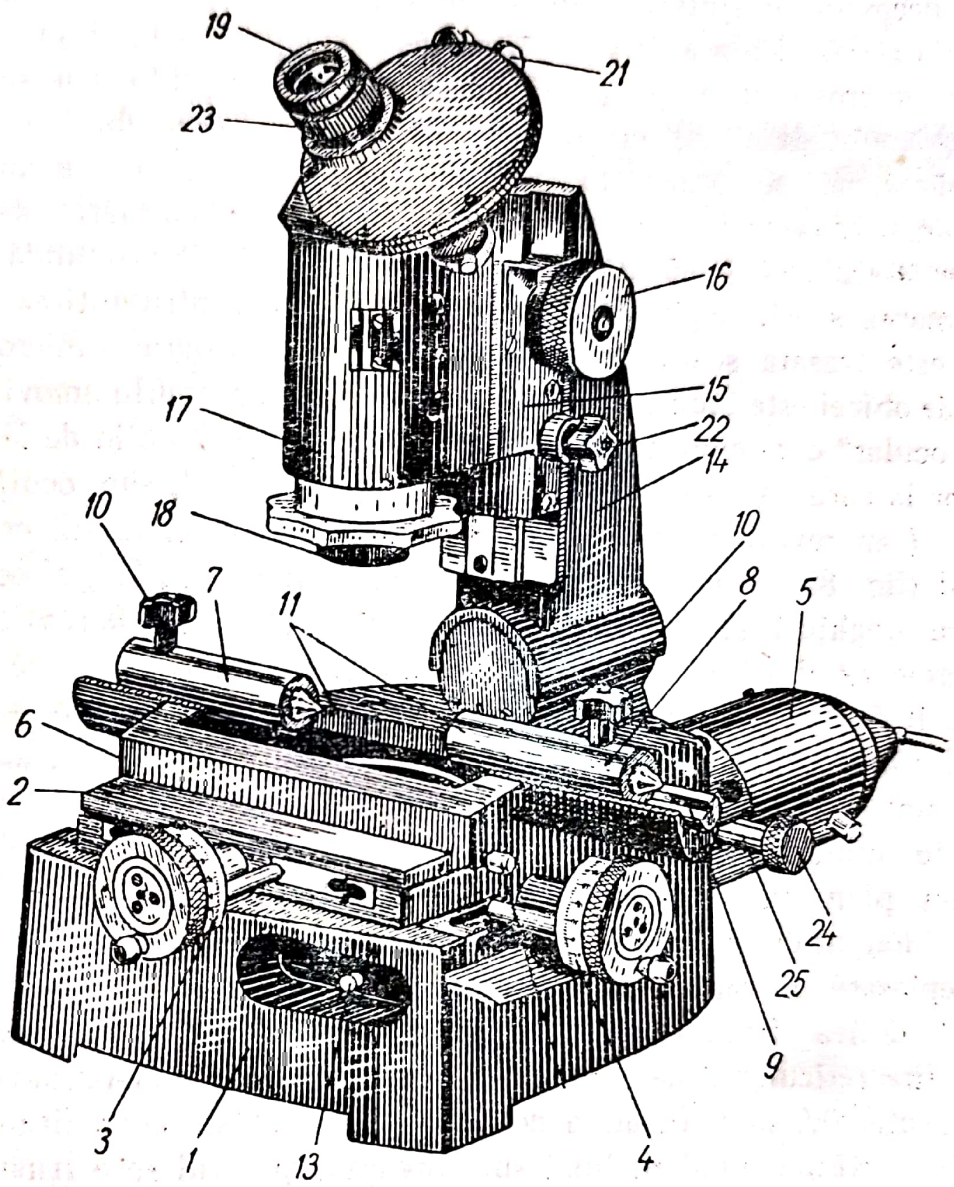


Fig. 84. Microscop de atelier tip mic.

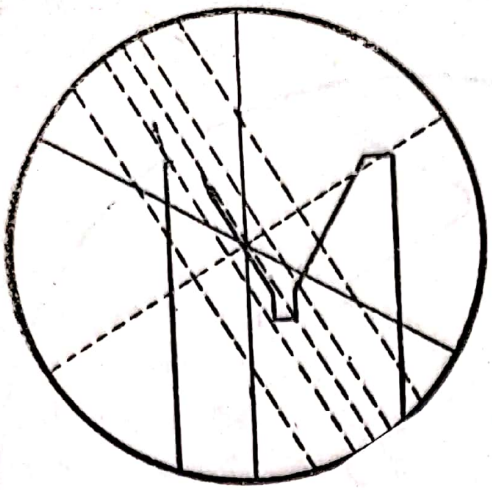
sau mică şi care se poate deplasa în direcţie longitudinală şi transversală cu ajutorul şuruburilor micrometrice *3* şi *4* care au cursa de 35 mm şi valoarea diviziunii pe tambur 0,01 mm, un sistem de iluminare *5* prevăzut cu filtru verde cu diafragmă, razele fiind reflectate de oglindă spre obiectivul microscopului propriu-zis *17*. Pe măsuţă se poate aşeza o placă *6* prevăzută cu ghidaje *9* în care se pot deplasa două vîrfuri *7* şi *8* pentru prinderea pieselor conice sau cilindrice cu ajutorul şuruburilor *10*, placa avînd şi dispozitive *11* în care se fixează cuţitele de filet. Prin acţionarea

Scanned with OKEN Scanner

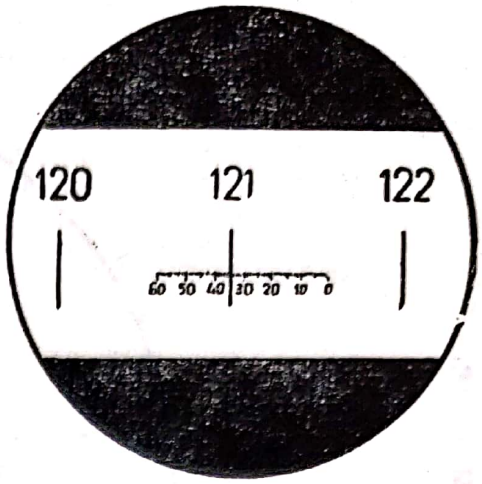
unui şurub măsuţa se poate roti cu 5...6° în jurul axei verticale iar prin acţionarea unei pîrghii *13* se poate deplasa lateral (cursa de măsurare este de 25 mm şi prin introducerea unei cale de 50 mm între suprafaţa de măsurare a şurubului micrometric şi măsuţă se poate mări la 75 mm). Pe coloana *14* se află braţul *15* care se poate bloca în poziţia necesară cu ajutorul unui şurub *16*, pe braţ fiind fixat microscopul propriu-zis *17* deplasabil pe o cremalieră cu ajutorul unui şurub *22*. Coloana microscopului poate fi înclinată spre dreapta sau spre stînga cu un unghi de 12°30′ cu ajutorul unui şurub *24*, unghiul de înclinare citindu-se pe o scară gradată *25*. Microscopul propriu -zis are un obiectiv *18* cu mărire de trei ori, ocular central *19* cu inel *23* cu mărire de zece ori, ocular lateral *20* (fig. 85, *c*) pentru măsurarea unghiurilor, oglindă *26* pentru iluminarea scării unghiulare [1]) şi un şurub *21* pentru rotirea plăcii pe care este trasată scara unghiulară. Partea superioară a microscopului, care de obicei este înclinată la 45° constituie un ansamblu amovibil numit „cap ocular" care cuprinde ocularele şi placa şi în funcţie de felul măsurărilor la care serveşte, poate fi cap ocular universal, cap ocular pentru filete, (cap revolver) şi cap ocular pentru racordări. Capul ocular universal (fig. 85, *a*, *b*, *c*) are în centrul său ocularul *19*, lateral ocularul *20* pentru unghiuri şi dedesubt oglinda *26* pentru iluminarea scării. Sub ocularele *19* şi *20* cu ajutorul şurubului *21* se roteşte o placă de sticlă (reticul) care are trasate la mijlocul ei repere longitudinale şi transversale vizibile pentru ocularul *19*. Două repere, fire reticulare trasate întrerupt, sînt riguros perpendiculare între ele (fig. 85, *b*). Cînd ocularul scării gradate indică 0° sau 180°, unul dintre firele reticulare se află într-un plan paralel cu planul de deplasare a saniei pentru deplasarea longitudinală, iar al doilea într-un plan paralel cu planul de deplasare a saniei pentru deplasarea transversală. Paralel cu cel de al doilea fir reticular se mai află trasate, tot întrerupt, încă două fire reticulare, de o parte şi de alta a lui, la distanţa de 0,3 mm şi respectiv 0,9 mm. În afară de acestea, mai există două fire reticulare trasate continuu, unul înclinat spre dreapta, şi altul spre stînga, făcînd cu reticulul orizontal cîte un unghi de 60°. Întreaga reţea are o mişcare de rotaţie cu centrul în punctul de intersecţie a firelor reticulare. Măsurarea deplasării unghiulare se face vizînd prin ocularul scării unghiulare *20*, precizia de citire fiind 1′. În fig. 85, *b*, este dat un exemplu de măsurare a unghiului unui şablon (rezultatul citirii 121°34′). Placa mobilă de sticlă (fig. 86) are scara circulară gradată în 360° vizibilă prin ocularul *20* şi se poate roti cu ajutorul unui şurub *21*. Tot sub ocularul *20* se află o placă fixă avînd o scară gradată în 60 diviziuni care se văd suprapuse

[1]) La unele tipuri iluminarea scării se face cu o lampă electrică montată în locul oglinzii.

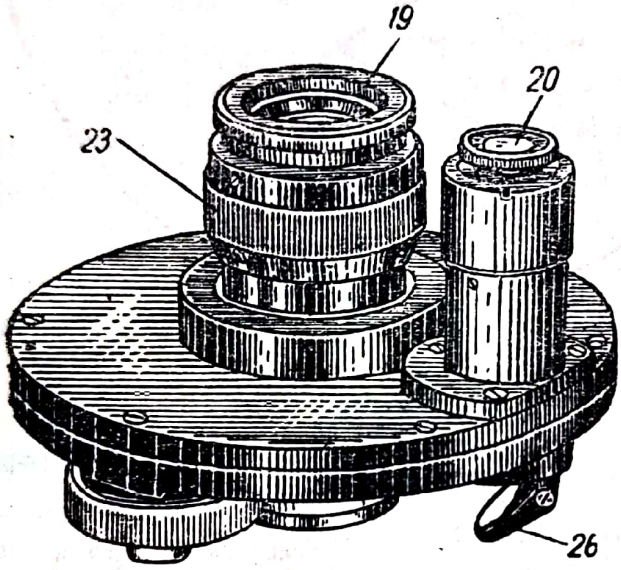
Scanned with OKEN Scanner



a

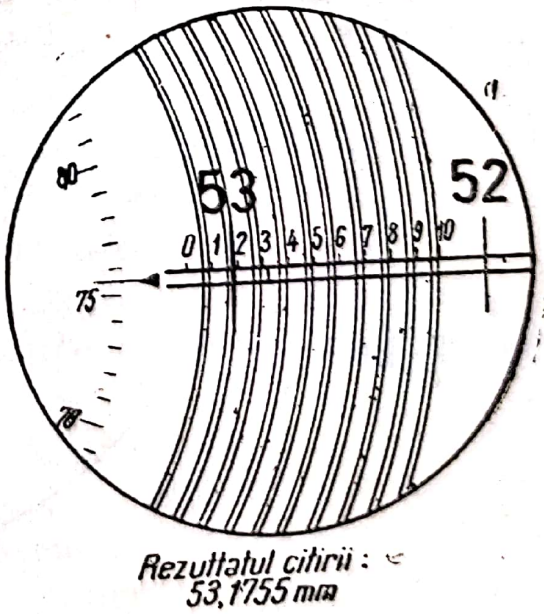


b



c

Fig. 85. Cap ocular universal: *a* — aspect: *b* — cîmpul ocularului universal: *c* — cîmpul ocularuiui pentru unghi.

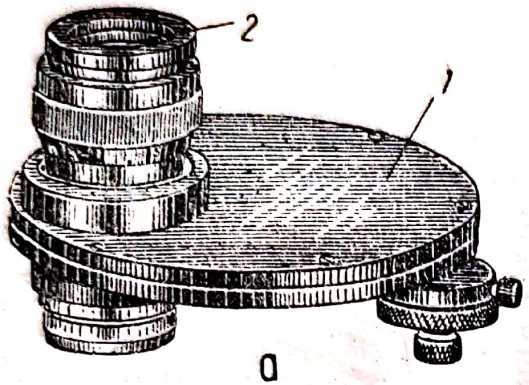


Rezultatul citirii : 53,1755 mm

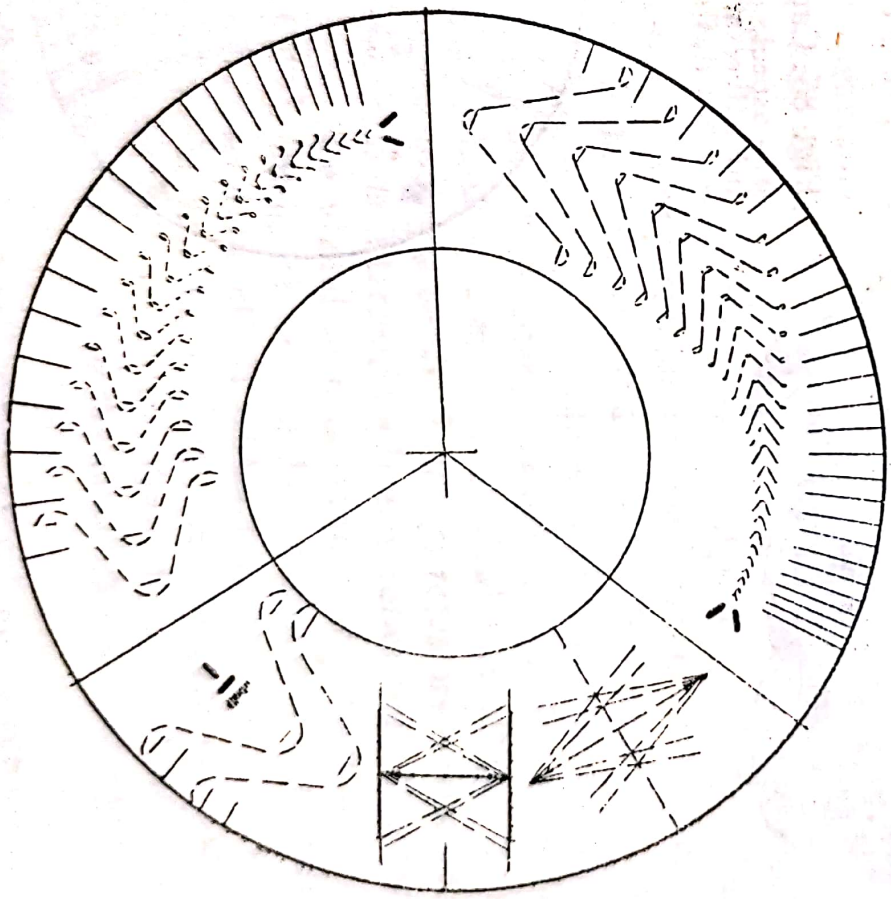
Fig. 86. Placă mobilă de sticlă.

Scanned with OKEN Scanner

Scanned with OKEN Scanner

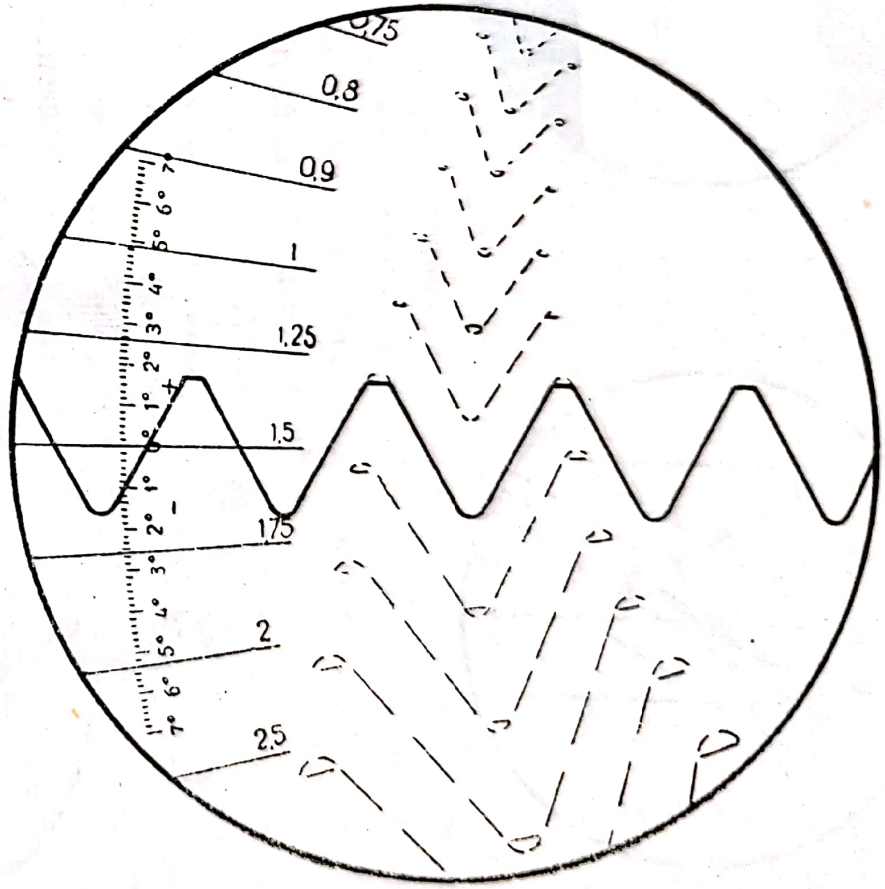


a



b

Fig. 87. Cap ocular pentru filete.



c

peste scara în grade de pe placa mobilă, fiecare diviziune a sa corespunzînd unei rotiri cu un minut a plăcii mobile.

Capul ocular pentru filete (fig. 87, *a*, *b*, *c*) este alcătuit din corpul *1* pe care se află montat lateral ocularul *2*. Cu un inel randalinat se roteşte o placă mobilă care are trasate pe ea profile diferite pentru filet metric sau Whitworth (fig. 87, *b*), în cîmpul vizual al ocularului putînd apărea pe rînd aceste profile. Tot în cîmpul vizual al ocularului se vede o scară unghiulară fixă (fig. 87, *c*), care serveşte la aşezarea profilelor în poziţia necesară impusă de piesa controlată.

Microscoapele de acest fel pot fi prevăzute cu dispozitiv de proiectare a conturului piesei supuse măsurării pe un ecran, sau cu un dispozitiv de fotografiere, funcţia de obiectiv al aparatului de fotografiat fiind îndeplinită de ocular. (Pentru obţinerea de imagini mărite se foloseşte o lentilă suplimentară);

— microscoape de atelier de tip mare (fig.88) se compun dintr-un postament masiv din fontă *1* prevăzut cu şuruburi de calare şi cu nivelă circulară cu bulă de aer, pe care este montată măsuţa de măsurare *2* prevăzută cu o placă de sticlă şi coloana *5* care susţine microscopul propriu-zis *9*. Două şuruburi micrometrice prevăzute cu tambure gradate *3* cu valoarea diviziunii de 0,005 mm, pot deplasa măsuţa în două direcţii perpendiculare. Partea superioară a măsuţei este prevăzută cu canale în formă de T, care servesc la fixarea riglei de centrare. Cursa şuruburilor micrometrice este de 35 mm şi poate fi mărită (ca la microscoapele de tip mic) cu cale plan-paralele, în direcţia transversală pînă la 75 mm şi longitudinală pînă la 150 mm. Măsuţa este prevăzută cu o scară circulară gradată pînă la 360° şi cu vernier cu precizia de citire 3′ fixat la suportul măsuţei de măsurare. Mişcarea de rotaţie a măsuţei rotunde se face prin şurubul *4*. Coloana *5* de susţinere se poate înclina cu ajutorul şurubului *6* cu un unghi de 12°30′ în ambele sensuri, valoarea înclinării fiind citită pe o scară gradată cu valoarea diviziunii de 30′, cifrele pentru înclinarea într-un sens fiind de culoare neagră, iar pentru celălalt, roşie. Cu ajutorul unei piese moletate *8* braţul *7* de susţinere a microscopului se poate deplasa pe verticală. Microscopul este prevăzut cu ocularul *10*, obiectivul *11* şi inelul de reglare fină *12*. Măsurările se fac similar ca la microscoapele universale şi necesită existenţa unei truse de accesorii. Măsurările şi accesoriile sînt descrise la microascopele universale;

— *microscoape universale* (fig. 89) se folosesc la acelaşi fel de măsurări ca cele de atelier, însă au precizie mai mare. Sînt constituite din următoarele părţi principale: Microscopul propriu-zis *1* care poate să aibă patru grosismente (10 X, respectiv grosismentul pe care-l are fie

Scanned with OKEN Scanner

care din cele trei capete ocular — universal, revolver și pentru racordări — cu care poate lucra, 15 X, 30 X și 50 X, date de cele patru obiective, unul avînd tot grosismentul 10 X), batiul *2* pe care se deplasează sania longitudinală *3* și cea transversală *4*, pe batiu aflîndu-se două microscoape de citire cu vernier spiral *6* și *7* și două glisiere *8* și *9* pentru ghidarea să-

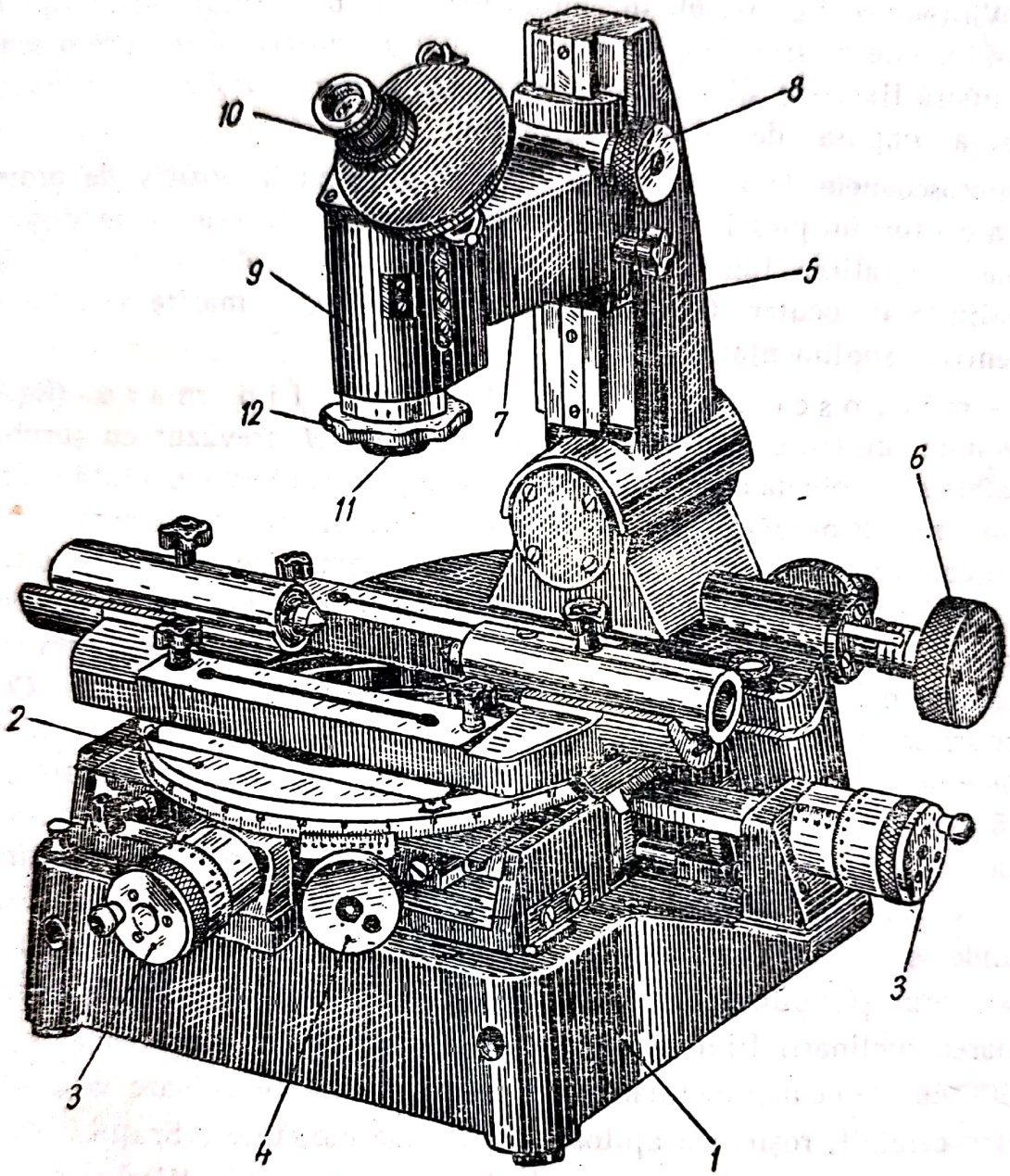


Fig. 88. Microscop de atelier tip mare.

niilor. Batiul are trei șuruburi de calare *5* și o nivelă pentru orizontalitate. Sania longitudinală *3* are un pat cilindric *11* în care se pot deplasa două păpuși *12* prevăzute cu vîrfuri de prindere cilindrice sau conice, precum și măsuța de măsurare pe care se află o placă de sticlă pe care se așază piesele pentru măsurare (în cazul măsurării cu cuțite la filete, în locul măsuței se montează dispozitive pentru prinderea cuțitelor). Pe sanie, sub microscopul *6* se află o lamă de sticlă cu scară gradată *10*.

Scanned with OKEN Scanner

Scanned with OKEN Scanner

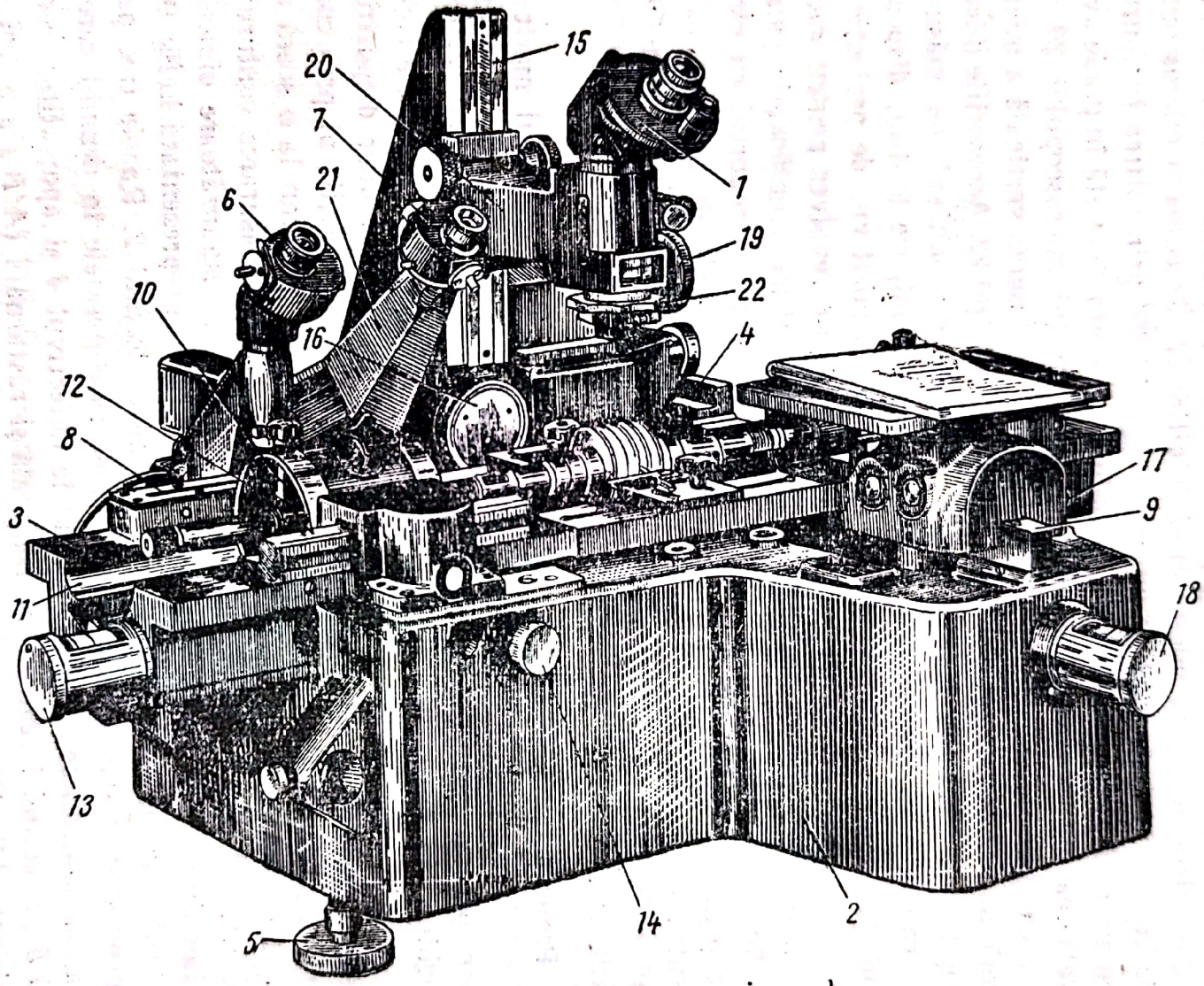


Fig. 89. Microscop universal.

Un tambur *13* cu şurub micrometric acţionează deplasarea saniei. Blocarea se face cu şurubul *14*. Sania transversală *4* are ghidaj pe rulmenţi şi poate fi deplasată cu mîna .Pe ea se află coloana microscopului *15*, dispozitivul de iluminat şi dispozitivul de reglare a diafragmei *16*. Sania transversală *4* poate fi deplasată fin cu şurubul *17*, solidar cu sania, şi cu tamburul *18*, solidar cu batiul şi prevăzut cu şurub micrometric. Pe sania *4* într-un plan vertical şi în spatele coloanei, se află o scară gradată pe care citirile se fac cu microscopul de citire *21*. Pe coloana microscopului *15* care se poate înclina cu un unghi de ±12°30′ prin rotirea tamburului cu şurub *19* (citirea înclinării făcîndu-se pe scara divizată în grade avînd valoarea unei diviziuni de 15′), culisează braţul microscopului *20* care are un ghidaj în coadă de rîndunică pentru deplasarea verticală a microscopului a cărui focalizare se face cu ajutorul piuliţei *22*. Accesoriile microscopului universal [1]) sînt: măsuţa rotundă, dispozitivul de măsurare cu cap divizor, dispozitivul de măsurare prin palpare (optic), dispozitivul de măsurare a bătăii radiale şi axiale, dispozitivul de proiecţie pe ecrane, ocularul revolver pentru filete, ocularul revolver pentru racordări, ocularul pentru distanţe între centrele găurilor, plăcuţele pentru prinderea cuţitelor, trusa de cuţite, păpuşile mobile, suportul cu vîrful de prindere, dispozitivul de fotografiat, obiectivele de schimb, tubul pentru centrarea lămpii, dornul pentru centrarea cuţitelor, dispozitivul de iluminare a reperelor cuţitelor, vîrfurile de schimb şi prismele calibrate.

Proiectoare. Sînt aparate optice care proiectează conturul mărit al piesei de măsurat pe un ecran. Se folosesc atît în laboratoare cît şi în ateliere pentru verificarea elementelor pieselor (filete, danturi, profile, unghiuri etc), în special a celor cu dimensiuni mici, determinările făcîndu-se prin trei metode: a) prin măsurarea cu ajutorul unor dispozitive micrometrice fixate la masa proiectorului pe două direcţii; b) prin compararea conturului proiectat cu conturul desenat pe ecran la o scară corespunzătoare mărimii proiectate a piesei; c) prin măsurarea conturului proiectat al piesei cu două contururi desenate corespunzătoare dimensiunilor limită ale piesei. Schema de principiu este reprezentată în fig. 90; izvorul luminos *1* se află în focarul condensatorului *2*. Razele trec prin condensator şi sub formă de fascicul de raze paralele în drumul căruia se aşază obiectul de măsurat *3* ajung la obiectivul *4* şi apoi ating ecranul *5* proiectînd imaginea mărită, reală şi răsturnată ($A'B'$) a piesei de verificat (AB). Distanţa focală fiind cunoscută, mărimea piesei este dată de relaţia

$$m = \frac{l_1}{l}$$

[1]) În mare parte sînt aceleaşi şi la microscopul de atelier de tip mare.

Scanned with OKEN Scanner

în care: l — este distanța dintre piesă și obiectiv și l_1 distanța dintre obiectiv și ecran. În general proiectoarele sînt prevăzute cu patru obiective

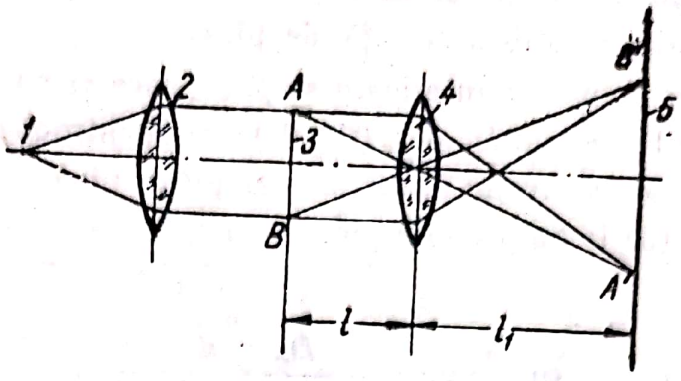


Fig. 90. Schema de principiu a proiectorului.

cu mărirea de 10 X; 25 X; 50 X și 100 X. Pentru măsurarea unghiurilor măsuța are mișcare de rotație și este prevăzută cu o scară de la 0...360° și vernier cu precizia de citire de 3′. Pe ecran sînt trasate două repere punctate perpendiculare care servesc la măsurări. Înainte de începerea operației de măsurare, după ce piesa a fost așezată pe masa de măsurare, se reglează distanța dintre piesă și obiectiv pentru a se

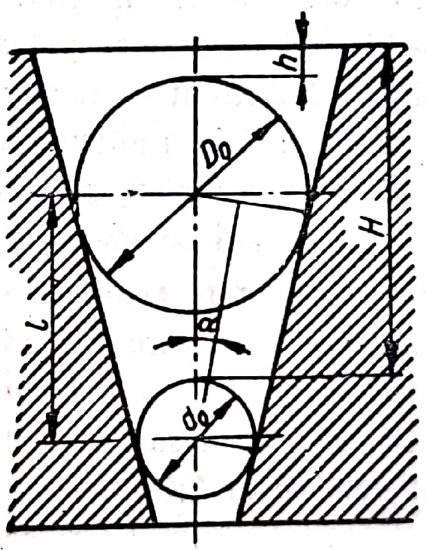


Fig. 91. Măsurarea conurilor interioare cu ajutorul a două bile.

obține conturul clar (nu se admite punerea la punct prin modificarea distanței dintre obiectiv și ecran deoarece în acest caz se modifică raportul de amplificare al proiectorului).

Scanned with OKEN Scanner

Observații

1. Controlul pieselor conice se face în ateliere și cu ajutorul calibrelor-tampon (pentru alezaje) și calibre-manșon pentru piese conice, prin deplasarea axială a calibrului față de piesă.

2. Măsurarea conurilor interioare se poate face și cu ajutorul a două bile cu diametrul cunoscut D_0 și d_0 (fig. 91) care se introduc în gaura conică după care se măsoară nivelul H (de la baza piesei pînă la tangenta la bila mai mare) și h (de la baza piesei pînă la tangenta bilei mici) și se aplică relația:

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{D_0 - d_0}{2(H-h) - (D_0 - d_0)},$$

apoi se calculează unghiul α.

C. *TRANSMITEREA UNITĂȚII DE UNGHI PLAN* [1])

Schema principială de transmitere a unității de unghi plan este reprezentată în fig. 92. Remarcăm că schema pornește de la etaloane principale legate de mărimea fundamentală — lungimea, întrucît unitatea de unghi plan este definită prin raportul a două lungimi. (În ce privește etalonul fundamental pentru unghi, deși aceasta ar putea să fie considerat orice cerc sau orice unghi drept, indiferent de numărul de unități de măsură (grade) atribuit, însă unitatea S.I., radianul neputîndu-se cuprinde de un număr întreg de ori, acel etalon nu poate fi considerat decît pentru unitățile de unghi în afară de sistemul S.I.).

Alegerea mijloacelor de măsurare pentru unghiuri și conuri se poate face conform datelor din tabela 64 în care sînt indicate domeniile de măsurare, utilizarea principală și locul de folosire, precum și datelor din tabela 65 cuprinzînd mijloacele de măsurare pentru filete. Alte date utile au fost indicate în tabelele de la sfîrșitul subcapitolului „Lungimi" și anume:

— Tabela 59 — cuprinzînd instrucțiunile de verificare;

— Tabela 60 — cuprinzînd standardele de stat;

— Tabela 61 — cuprinzînd mijloacele de măsurare supuse verificării obligatorii și periodicitatea verificărilor etc.

---

[1]) Principiile generale sînt aceleași ca la transmiterea unității de lungime.

Scanned with OKEN Scanner

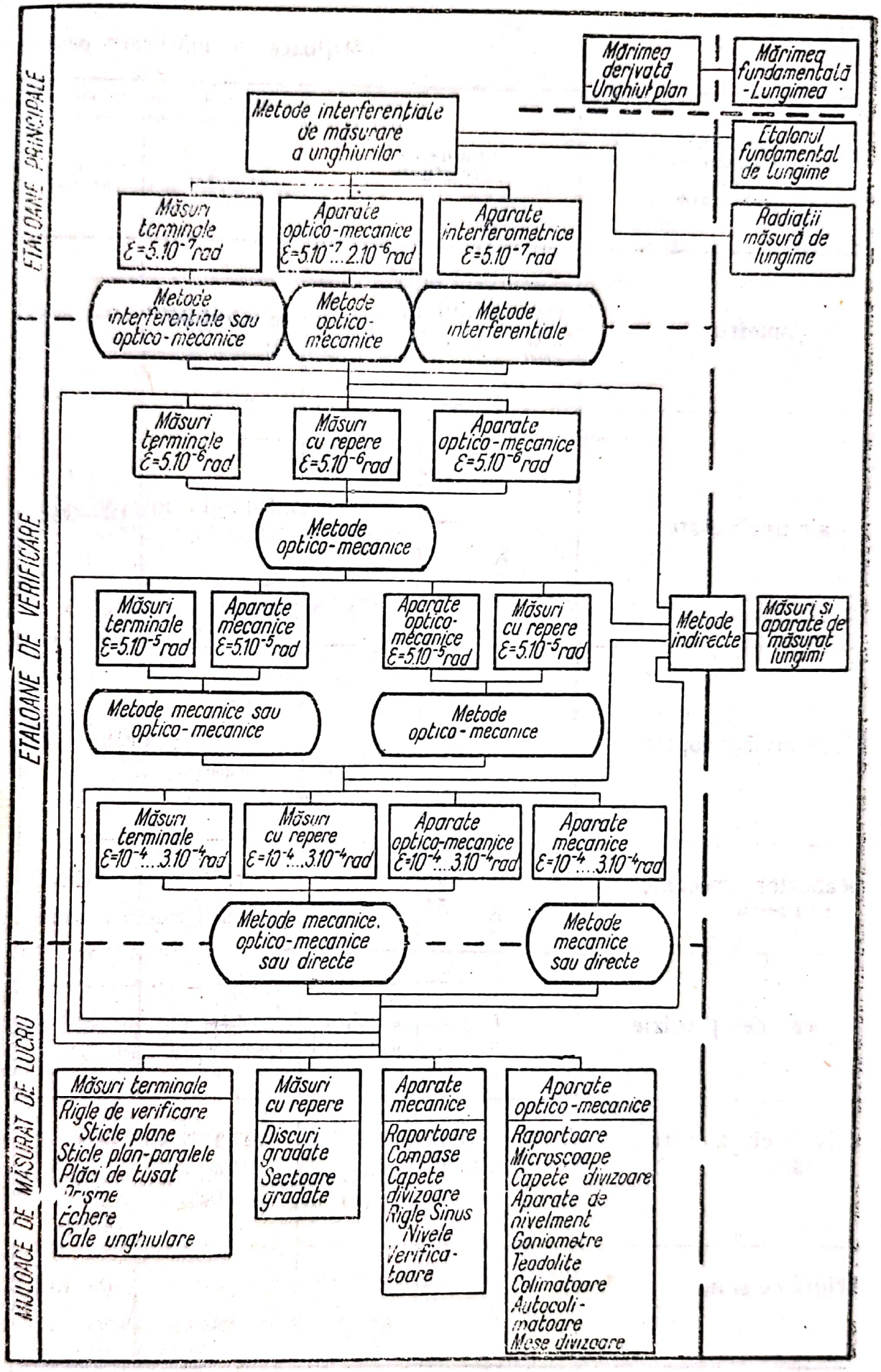


Fig. 92. Schema principială de transmitere a unității de unghi plan.

Scanned with OKEN Scanner

Denumirea mijlocului de măsurare	Valoarea diviziunii	Domeniul de măsurare	
		al scării	al aparatului
Goniometru	Tamburul microscopului de citire 1″; 5″; 6″; 10″	Limbul 360′	0—360°
Cale unghiulare	—	—	10—360°
Cap divizor optic	1′	0—360°	
Raportor mecanic sau optic	2′ 5′	120°	0—180°
Echer de precizie	—	—	90°
Nivelă cu sau fără cadru	De la 4″ la 1′	De la ± 40″ la ±10′	
Riglă de sinus	—	—	0—45°

Scanned with OKEN Scanner

unghiuri şi conuri

Utilizarea principală a mijlocului de măsurare	Se utilizează:		
	în laboratorul metrologic	în puncte de verificare	la locul de muncă
Măsurarea unghiurilor cu laturi finisate neted sau cu suprafeţe rectificate fin	X	—	(X)
1. Măsurarea: a) calibrelor unghiulare b) aparatelor şi sculelor goniometrice; c) unghiurilor la piese 2. Gradarea aparatelor şi a sculelor goniometrice	X	(X)	(X)
Măsurarea: — unghiurilor; — pieselor complicate (arbori cotiţi şi cu came etc.)	X	—	—
Măsurarea unghiurilor pieselor	X	X	X
Măsurarea poziţiei reciproce a două suprafeţe perpendiculare între ele	X	X	X
Măsurarea abaterii suprafeţelor de la orizontalitate sau verticalitate	X	X	X
Măsurarea unghiurilor la şabloane şi piese	X	X	(X)

Scanned with OKEN Scanner

Denumirea mijlocului de măsurare	Valoare diviziunii	Domeniul de măsurare	
		al scării	al aparatului
Microscop universal de măsurat	0,001 mm (la scara goniometrică: 1′)	Scara longitudinală 200 mm; scara transversală 100 mm; unghiuri 360°	Ca al scării; cîmpul vizual 6 mm; măriri de: 30, 50, 15 10 ori
Microscop mare de atelier	0,005 mm (la scara goniometrică: 1′)	Cursa şuruburilor micrometrice 25 mm; unghiuri 360°	Longitudinal 150 mm; transversal 50 mm; cîmpul vizual 6 mm; măriri de 30; 50; 15; 10 ori
Microscop mic de atelier	0,01 mm (la scara goniometrică 1′)	Ca la microscopul mare de măsurat	Longitudinal 75 mm; transversal 25 mm; cîmpul vizual 6 mm; mărirea de 30 ori
Sîrme şi role calibraţe pentru măsurarea diametrului mediu al filetului	—	—	Pentru filete cu pasul între 0,2 şi 12 mm
Micrometru pentru filet	0,01 mm	25 mm	0—350 mm

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 65

pentru filete

Utilizarea principală a mijlocului de măsurare	Se utilizează:		
	în laboratorul metrologic	în puncte de verificare	la locul de muncă
Măsurarea: a) elementelor profilului filetelor exterioare; b) conicităţii; c) unghiurilor; d) şabloanelor cu rizuri; e) şabloanelor complicate cu racordări; f) tarozilor cu număr impar de canale; g) elementelor frezelor melc.	X	—	—
Ca la microscopul universal (fără punctul f)	X	(X)	(X)
Măsurarea: a) elementelor profilului filetelor exrioare L; b) unghiurilor şi conurilor; c) şabloanelor; d) pasului şi semiunghiului profilului la copiile imprimate ale filetelor interioare.	(X)	X	X
Măsurarea diametrului mediu al filetului calibrelor filetate	X	(X)	X
Măsurarea diametrului mediu şi interior al filetului pieselor filetate	X	X	X

Scanned with OKEN Scanner

3. SUPRAFAŢĂ [1] (ARIE)

A. *UNITĂŢI DE MĂSURĂ PENTRU ARIE*

Metrul patrat (m^2) unitate SI, este aria unui pătrat avînd latura de un metru. Multiplii şi submultiplii se formează cu ajutorul prefixelor (vezi tabela 1.). La măsurarea terenurilor se folosesc şi următorii multiplii:

— *ar* (a); 1 a = 10^2 m^2 = 100 m^2 = 1 dam^2;

— *hectar* [2]); 1 ha = 10^4 m^2 = 10 000 m^2 = 1 hm^2.

În tabela 66 sînt indicate vechile unităţi de măsură pentru arie folosite în ţara noastră cu echivalentul lor în unităţi actuale SI, iar în tabela 68 relaţiile dintre ele. În tabela 67 sînt indicate unităţile folosite în Anglia şi S.U.A., cu echivalentul lor în unităţi SI.

Fus: unitate de măsură pentru suprafaţa pieilor, egală cu 929,03 cm^2. În ţara noastră nu se mai utilizează.

B. *MIJLOACE DE MĂSURARE PENTRU ARIE ŞI PENTRU CALITATEA SUPRAFEŢEI*

a. Mijloace de măsurare pentru arie[3])

Planimetre: aparate de măsurat mecanice care servesc la măsurarea directă a ariei limitată de un contur plan (de exemplu la măsurarea ariei unei diagrame trasate de un aparat înregistrator). Sînt bazate în general pe egalitatea dintre aria măsurată de un segment de dreaptă care se deplasează continuu pe un plan pînă cînd revine la poziţia iniţială şi diferenţa ariilor conţinute în interiorul drumurilor închise descrise de extremităţile segmentului. Vîrful de urmărire al planimetrului este purtat pe conturul suprafeţei de măsurat, în care timp o rotiţă integrantă a unui mecanism integrator [4]) se roteşte în aşa fel încît drumul parcurs de un punct al periferiei sale este proporţional cu aria măsurată şi este indicat de rotiţă. Distingem [5]):

---

[1]) Mărime geometrică scalară cu două dimensiuni: $[A] = L^2$.

[2]) În trecut, jumătate de hectar (5 000 m^2) se mai numea şi pogon. Nu avea însă valoarea vechiului pogon utilizat în ţara noastră (v. tabela 66).

[3]) Nu sînt prezentate măsurile şi aparatele de măsurat lungimile, din care, pe baza calculelor se determină aria, întrucît acestea au fost arătate la măsurarea lungimilor.

[4]) Planimetrele care măsoară o arie prin integrare se mai numesc şi „planimetre integratoare".

[5]) Tipuri reprezentative.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 66

Vechile unităţi de arie folosite în ţara noastră

Muntenia

1. Pogon	=	5011,789140	m²
2. Prăjină pogonească	=	208,824550	m²
3. Prăjină pătrată	=	34,8041	m²
4. Stînjen pătrat (Ş.V.)	=	3,867122	m²
5. Palmă pătrată = 1/64 stînjen pătrat	=	0,060423	m²
6. Deget pătrat = 1/100 palmă pătrată	=	0,000604	m²
7. Linie pătrată = 1/100 deget pătrat	=	0,000006	m²

Moldova

1. Falce	=	14321,9520	m²
2. Prăjină fălcească	=	179,0244	m²
3. Prăjină pătrată	=	44,7561	m²
4. Stînjen pătrat	=	4,9729	m²
5. Palma pătrată = 1/64 stînjen pătrat	=	0,077701	m²
6. Palmac pătrat = 1/64 palmă pătrată	=	0,0011214	m²
7. Linie pătrată = 1/64 palmac pătrat	=	0,000008	m²

Dobrogea

1. Donum (pogon)	=	919,3024	m²
2. Endaze pătrat (cotul mic pătrat)	=	0,4225	m²
3. Arşin pătrat (cotul bazarului pătrat)	=	0,4624	m²
4. Zira pătrat	=	0,574564	m²
5. Rup pătrat	=	0,007225	m²
6. Rupul cotului mic pătrat	=	00,0066	m²
7. Ghirah pătrat	=	0,001806	m²
8. Ghirahul cotului mic pătrat	=	0,0016	m²
9. Palmacul pasului pătrat	=	0,000998	m²
10. Hat pătrat	=	0,00000692	m²

Transilvania

1. Milă ungară pătrată	=	69,78	ha
2. Milă austriacă pătrată	=	57,55	ha
3. Jugăr cadastral	=	0,5755	ha
4. Jugăr ungar	=	0,4316	ha
5. Stînjen vienez pătrat	=	3,5966	m²
6. Picior vienez pătrat	=	0,0999	m²
7. Ţol vienez pătrat	=	0,0006	m²

— *planimetre polare* (fig. 93) a căror funcţionare se bazează pe folosirea coordonatelor polare; sînt constituite dintr-un braţ trasor *1*, o tijă polară *2* şi un dispozitiv integrant (contor) cu rotiţă integrantă *3*. Conturul C_B al ariei de măsurat *A* este urmărit de vîrful metalic *B* al extremităţii libere a braţului trasor *1*, în timp ce vîrful metalic de la extremitatea tijei polare *2* se fixează pe hîrtia pe care se află trasat conturul, într-un punct *P* numit „polul figurii" şi care poate fi în interiorul sau exteriorul

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 67

Unităţi de arie engleze şi americane

Nr. crt.	Denumirea unităţii	Simbol	Valoarea în S.I.
1	Sguare inch	sg.in	6,45 cm²
2	Sguare foot = 144 sg, in	sg.ft.	929 cm²
3	Sguare yard = 9 sg.ft.	sg.yd.	0,8361 m²
4	Sguare pole = 30,25 sg.yd.	sg.po.	25,293 m²
5	Rood = 1210 sg.yd.	rood	1011,71 m²
6	acre = 4 rood = 4840 sg.yd.	ac.	4046,86 m²

conturului, iar rotiţa integrantă *3*, care e solidară cu un tambur cu 100 diviziuni periferice ce se roteşte în faţa unui vernier circular pentru citirea a 1/10 dintr-o diviziune de pe tambur, integrează aria conturului. Mecanismul integrant, în afară de rotiţa integrantă, tamburul gradat şi vernierul acestuia, este alcătuit dintr-un angrenaj melc-roată melcată şi dintr-o rotiţă orizontală divizată în 10 părţi egale, la o rotire completă a rotiţei, angrenajul se roteşte cu o diviziune în faţa unui indice fix. Melcul se află pe axul rotiţei integrante, iar roata melcată este solidară cu rotiţa

Tabel comparativ al vechilor

Metru pătrat	Stînjen S.V. pătrat Muntenia	Stînjen pătrat Moldova	Arşin pătrat Dobrogea
1	0,2585902	0,2010899	1,74045014
3,867122	1	0,7776393	6,73053258
4,9729	1,2859433	1	8,6550875
0,574524	0,1485763	0,1155388	1
5011,789140	1296,0000	1007,8202136	8722,77085224
14321,9520	370,0000	2880,0000	24926,42435069
919,3024	237,0000	184,8624	1600,0000
208,824550	54,0000	41,992522	363,4487874
179,0244	46,293959	36,0000	311,580305

Scanned with OKEN Scanner

orizontală. Mecanismul permite citirea numărului de rotaţii ale rotiţei integrante, precum şi a zecimilor, sutimilor şi miimilor de rotaţie. În timpul urmăririi unui contur (în figură C_B), punctul de articulaţie Q descrie o curbă C_Q (arc de cerc cu raza PQ şi centrul P). Rotiţa integrantă *3* este fixată pe un ax paralel cu braţul trasor *1* iar obada sa este rotunjită în aşa fel încît rotiţa poate să se rostogolească fără alunecare dacă este deplasată în direcţie perpendiculară pe axa sa, să alunece fără rotire dacă e deplasată în direcţie paralelă cu axa sa, sau să se rostogolească şi să alunece, dacă e deplasată după altă direcţie. În cazul în care polul P este exterior conturului a cărui arie se măsoară, mărimea ariei A este dată de relaţia $A = aN = 2\pi rlN$, în care a este constanta planimetrului, N numărul de rotaţii ale rotiţei integrante, r raza rotiţei integrante şi l lungimea braţului trasor. (Valoarea constantei a se poate afla şi din relaţia $a = A_0N_0$ prin urmărirea conturului unei arii cunoscute A_0, N_0 fiind numărul de rotaţii făcute de rotiţa integrantă). În cazul în care polul P este

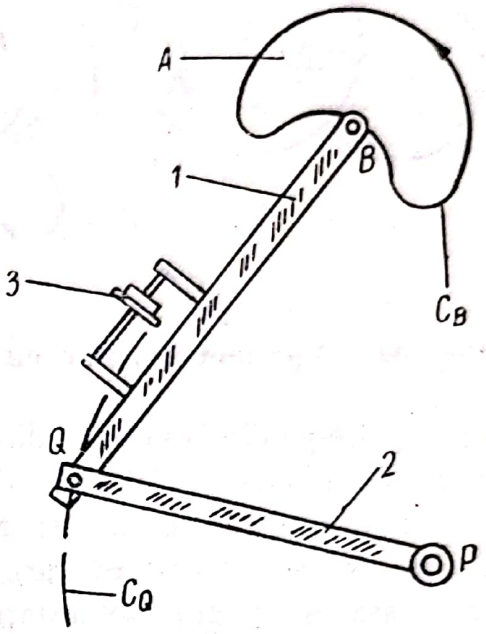


Fig. 93. Planimetru polar.

Tabela 68

unităţi de arie româneşti

Pogon Muntenia	Falce Moldova	Donum Dobrogea	Prăjina pog. Muntenia	Prăjina fălcească Moldova
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—
1	—	—	—	—
2 pog. + 1112 st. pătr.	1	—	—	—
0,18342568	0,06418822	1	—	—
0,0416666	0,0145807	0,22715542	1	
0,0357214	0,012500	0,19473769	o falce + 46,29396 st. patr.	1

Scanned with OKEN Scanner

în interiorul conturului valoarea ariei A este dată de relaţia $A = aN + b$, în care b este o constantă a aparatului dată de relaţia $b = \pi (l^2 - 2ld + l_0^2)\, l_0$ fiind lungimea tijei polare *2* şi d distanţa punctului de articulaţie Q faţă de planul vertical al rotiţei integrante, constanta b putîndu-se stabili tot prin urmărirea unui contur a cărui arie e cunoscută.

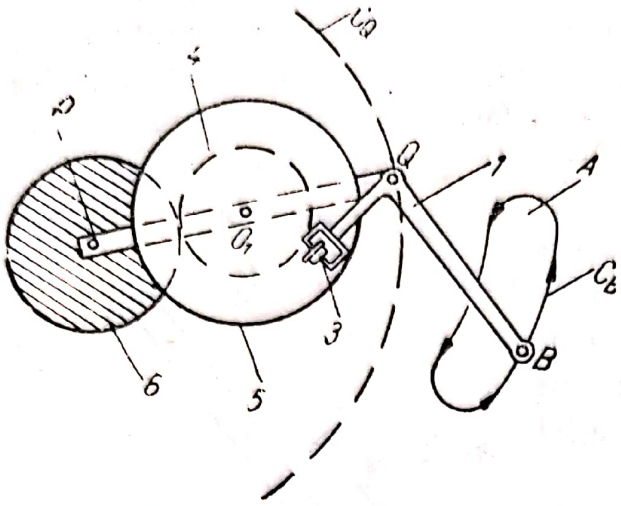


Fig. 94. Planimetru polar cu disc.

Variante:

— p l a n i m e t r e p o l a r e c u d i s c (fig. 94), la care rotiţa integrantă se roteşte pe suprafaţa plană a unui disc circular *5* care este solidar cu o rotiţă dinţată *4* aflată pe tija polară şi care se roteşte prin rostogolire pe circumferinţa dinţată a unui disc greu *6* cu centrul în polul P al planimetrului. Precizia de măsurare este mai mare decît la planimetrul obişnuit, deoarece se elimină influenţa neregularităţilor hîrtiei pe care se află trasat conturul a cărei arie se măsoară. Valoarea ariei măsurate este dată de relaţia

$$A = a \cdot N = \frac{2\pi \cdot r \cdot R_1 \cdot l_0 \cdot l}{d \cdot R} \cdot N$$

în care N este numărul de rotaţii al rotiţei integrante, a constantei perimetrului, r raza rotiţei integrante, R_1 raza rotiţei dinţate *4*, l_0 lungimea tijei polare *2*, l lungimea braţului trasor *1*, d distanţa dintre centrul O_1 al discului *5* şi punctul de articulaţie Q, R raza discului polar *6*. Constanta a se poate afla prin parcurgerea conturului unei arii cunoscute;

— p l a n i m e t r e p o l a r e c o m p e n s a t o a r e, care datorită construcţiei care permite ca dispozitivul braţului trasor şi rotiţa integrantă să poată fi situate de o parte şi de alta a tijei polare, dau rezultate compensate.

— *planimetre rectilinii*, la care punctul de articulaţie, cînd se parcurge conturul unei arii, se deplasează după o linie dreaptă. Sînt mai indicate pentru măsurarea ariilor lungi şi înguste. Valoarea ariei măsurate este dată de relaţia $A = aN$, a fiind constanta planimetrului (care se determină prin parcurgerea conturului unei arii cunoscute) şi N numărul de rotaţii al rotiţei integrante. Variante:

— p l a n i m e t r e r e c t i l i n i i c u r o l e, la care deplasarea punctului de articulaţie se face fie prin deplasarea unui cărucior cu două role de-a lungul unei şine rectilinii, fie prin montarea articulaţiei pe un dispozitiv care are două role zimţate legate de un ax.

Scanned with OKEN Scanner

— planimetre rectilinii cu disc, utilizate pentru măsurări de precizie. La aceste planimetre, ca şi la planimetrele polare cu disc, rotiţa integrantă se rostogoleşte tot pe suprafaţa unui disc care este rotit de una din rolele pentru deplasarea rectilinie, prin intermediul a două roţi dinţate;

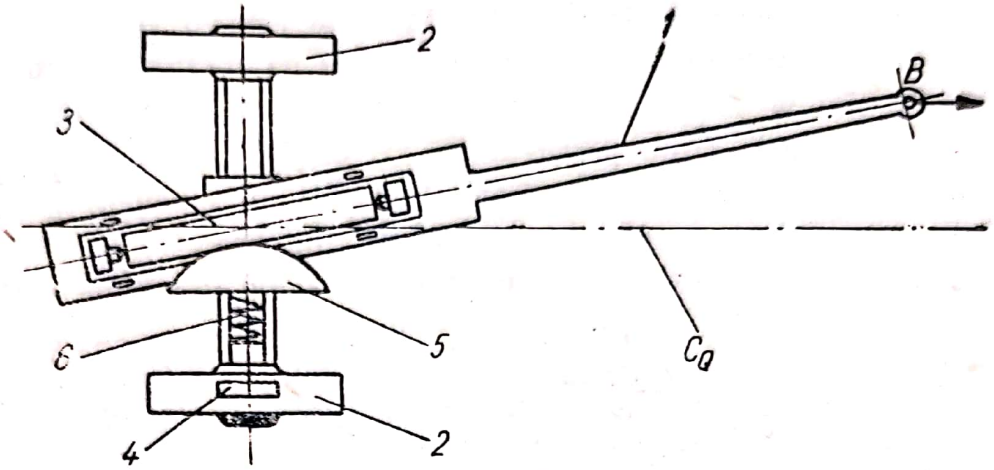


Fig. 95. Planimetru rectiliniu cu sferă şi role.

— planimetre rectilinii cu sferă şi role (fig. 95) utilizate pentru măsurări de precizie. Sînt tot planimetre rectilinii cu role, la care rotiţa integrantă e înlocuită cu un cilindru *3* cu axa paralelă axului trasor *1* şi care e rotit prin frecare de un segment sferic *5* antrenat de una din rolele *2* pentru deplasarea rectilinie printr-o rotiţă de fricţiune *4*. Un resort elicoidal *6* menţine apăsat segmentul sferic pe cilindrul integrant;

— *planimetre radiale*, care sînt constituite dintr-o tije trasoare avînd la un capăt vîrful de urmărire şi dispozitivul de integrare prevăzut cu rotiţă integrantă. La partea inferioară tija trasoare are un canal care îi permite cuplarea cu un buton ce se prinde pe hîrtia cu aria de măsurat. Tija poate să alunece radial pe acest buton sau poate să se rostogolească urmărind conturul ariei de măsurat. Se utilizează în special în meteorologie pentru determinarea ariei diagramelor de înregistrare, precum şi în cazurile în care se urmăreşte stabilirea razelor mijlocii ale curbelor rezultate din unirea unor puncte înscrise în coordonate polare;

— *planimetre universale*, sînt rezultate din combinarea unui planimetru polar cu un planimetru radial. Se folosesc la măsurarea ariilor diagramelor înregistrate pe bandă.

Verificarea exactităţii indicaţiilor planimetrelor se face prin parcurgerea unor arii cunoscute, diferenţele trebuind să nu depăşească $\pm 1\%$. Se parcurge conturul de mai multe ori, în sensuri inverse, observîndu-se menţinerea pe contur, elementul integrator trebuind să se rotească numai în sensul în care întegrează. Fiecare parcurgere a conturului se face fără

Scanned with OKEN Scanner

aducerea la zero, notîndu-se indicaţia de la care s-a plecat. Planimetrarea trebuie făcută pe suprafeţe netede. Dacă se face pe diagrame circulare, orificiul central al diagramei trebuie să fie etanş pe bucşa fixată pe planşetă în aşa fel încît diagrama să nu fie excentrică şi să nu aibă joc. Verificarea se face în conformitate cu prevederile instrucţiunilor 144-59, iniţial şi anual.

Maşini de măsurat suprafaţa pieilor tăbăcite moi şi flexibile, prin integrarea pe cale mecanică a regiunilor călcate de ştifturile palpatoare ale dispozitivului de măsurat, rezultatul integrării fiind transmis unui indicator, unele tipuri fiind prevăzute şi cu dispozitiv de înregistrare. Sînt alcătuite, în general, dintr-un batiu prevăzut cu o pedală care acţionează un dispozitiv de anulare în momentul cînd operaţia de măsurare s-a terminat şi maşina se readuce la punctul iniţial pentru o nouă operaţie, un dispozitiv de măsurat şi mecanismul de integrare, un dispozitiv de înregistrare (la unele tipuri), sistemul mecanic de acţionare şi masa de alimentare pe care se aşează pieile de măsurat. Principial, dispozitivul de măsurat (fig. 96) este alcătuit dintr-un rulou conducător *1* format dintr-un cilindru de oţel prevăzut cu şanţuri egal distanţate în care calcă ştifturile palpatoare în aşa fel încît la mersul în gol al maşinii ele nu acţionează dispozitivul de integrare, ruloul fiind în legătură directă cu elementul de angrenare al sistemului mecanic, o serie de role *2* de diametre egale, care calcă pe ruloul conducător şi care sînt prevăzute cu ştifturi palpatoare *3*, care atunci cînd maşina merge în gol pătrund prin şanţurile ruloului conducător iar în momentul contactului cu suprafaţa pielei de măsurat acesta obturînd pătrunderea ştiftului în şanţul ruloului conducător, ştiftul este împins şi angrenează o roată dinţată în formă de stea *4* care se află în contact cu mecanismul de integrare a suprafeţelor măsurate *5*, care este

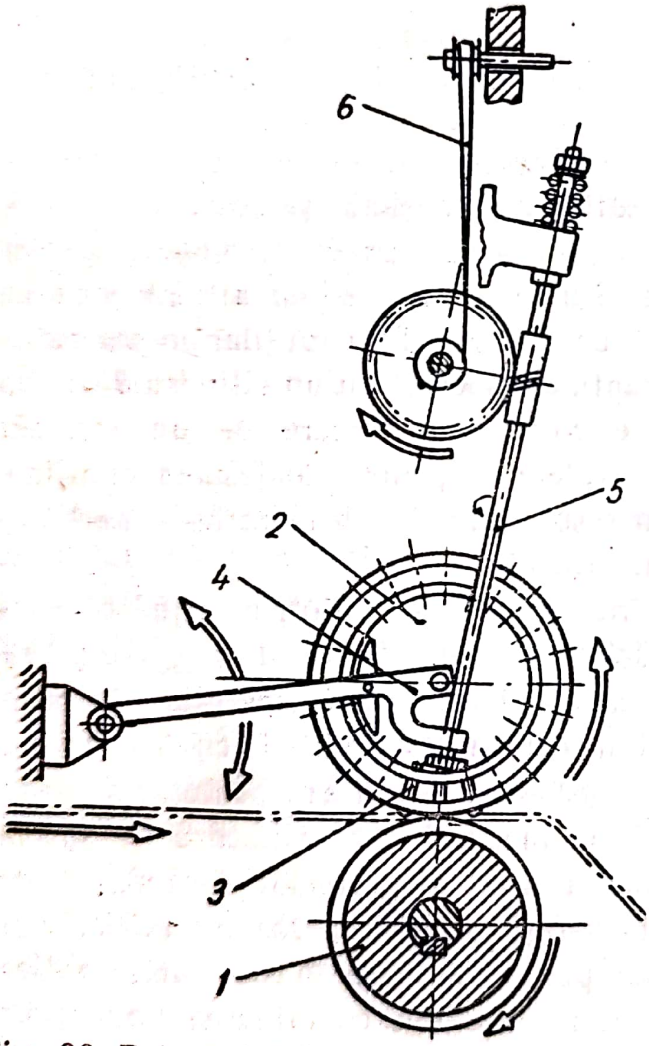


Fig. 96. Principiul de funcţionare al dispozitivului de măsurat suprafaţa pieilor.

Scanned with OKEN Scanner

alcătuit dintr-o serie de rotiţe dinţate corespunzînd ca număr şi poziţie cu rolele dispozitivului de măsurat şi care acţionează printr-un sistem de panglici de oţel *6* care transmite suprafaţa palpată unui ac indicator care se mişcă în faţa unei scări gradate în dm² împărţite în 10 subdiviziuni. Pentru ajustarea acului indicator la poziţia zero, există un dispozitiv prevăzut cu şurub micrometric. Cînd maşina este pusă în funcţiune şi merge în gol, ruloul conducător se roteşte, dar ştifturile palpatoare nu acţionează roata în formă de stea. Prin introducerea pielei, ştifturile palpatoare sînt obligate să se ridice în faţa suprafeţei introduse, acţionînd astfel asupra roţii în formă de stea care transmite printr-un angrenaj melcat acţiunea asupra unei role a mecanismului de integrare. Mecanismul de integrare este pus în funcţiune de către angrenajul melcat sub acţiunea fiecărei rotiţe dinţate în parte şi numai pentru suprafaţa corespunzătoare palpată şi transmisă. Mecanismul de integrare acţionează panglica de oţel cu care este în legătură şi aceasta transmite mişcarea acului indicator. În tot timpul cît pielea trece peste ruloul conducător, acul indicator se deplasează corespunzător suprafeţei călcate de ştifturile palpatoare. După efectuarea măsurării suprafeţei şi anularea indicaţiei, se controlează dacă acul indicator a revenit la „zero iniţial". Dacă nu depăşeşte cu mai mult de 0,1 dm² poziţia „zero iniţial", măsurarea se consideră bună. Dacă depăşeşte, se ajustează zero iniţial şi se repetă măsurarea. Justeţea măsurării se verifică (la utilizare) trecînd din nou aceiaşi piele prin maşină, schimbînd poziţia de introducere. Diferenţa de suprafaţă citită nu trebuie să depăşească 2%. Verificarea justeţei indicaţiilor (la verificare) se face prin comparare cu valorile cunoscûte ale unor suprafeţe etalon, fiecare maşină trebuind să posede trei suprafeţe etalon diferite ca valoare, în formă de cerc sau patrulater regulat, confecţionate dintr-un material flexibil (cauciuc cu inserţii sau material plastic) cu dimensiunile nemodificabile sub acţiunea agenţilor mediului ambiant. Suprafeţele etalon trebuie să fie ajustate ca material şi formă şi certificate ca valoare de O.S.M., etalonarea lor făcîndu-se în fiecare an. La verificarea maşinii, indicaţiile trebuie să corespundă suprafeţelor etalon. Operaţia se repetă de 10 ori cu fiecare din cele trei etaloane, modificîndu-se de fiecare dată poziţia de introducere în maşină, fiecare din valorile indicate trebuie să nu difere cu mai mult de ±2% de valoarea suprafeţei etalon, iar media celor 10 determinări cu mai mult de ±1%. De asemenea, diferenţele între două determinări consecutive, nu trebuie să depăşească 2% din valoarea suprafeţei etalon (ex. dacă la prima determinare a fost — 2% iar la a doua + 2%, diferenţa între determinări este 4%). Maşinile de măsurat suprafaţa pieilor se verifică iniţial (fabricaţie, import şi după reparaţii) şi anual, în conformitate cu prevederile din instrucţiunile 152-60. Se eliberează buletin de verificare, în care se menţionează data şi locul verificării (verificarea făcîndu-se

Scanned with OKEN Scanner

la locul de folosire sau la unitatea posesoare), denumirea şi clasificarea conform instrucţiunilor 152-60, inscripţiile de pe maşină, probele prin care s-a verificat, rezultatul verificării asupra aspectului exterior, construcţiei, funcţionării şi justeţei indicaţiilor, precum şi concluziile (admis sau respins), precum şi după caz, data prezentării la o nouă verificare după recondiţionare. Cele care nu pot fi recondiţionate, se declasează.

b. Mijloace de măsurare şi control pentru calitatea suprafeţelor

Calibre optice: piese din sticlă optică cu coeficient de dilataţie foarte mic. Servesc la verificarea preciziei de prelucrare a suprafeţelor optice (ex. la lentile) şi a celor metalice (ex. cale plan-paralele). Distingem:

— *calibre optice plane* (sticle plane). Se folosesc la verificarea planităţii şi a razelor de curbură a suprafeţelor.

Pentru verificarea planităţii se aşează peste suprafaţa de verificat şi se apasă uşor, căutînd să se obţină cel mai mic număr de benzi de interferenţă. Dacă suprafaţa controlată este plană, benzile de interferenţă sînt rectilinii şi la suprafeţele perfect plane ele dispar la o apăsare convenabilă a calibrului optic. Dacă nu este plană, benzile de interferenţă sînt curbate, pentru suprafeţele concave sau convexe fiind în formă de inele. Abaterea de la planitate se calculează cu relaţia:

$$A_p = N\frac{\lambda}{2}$$

în care A_p este abaterea de la planitate în μm, N este numărul de benzi de interferenţă, λ lungimea de undă a luminii folosite (0,6 μm, pentru lumina zilei şi 0,5 μm, pentru lămpile cu sodiu). Pentru măsurarea razei de curbură (fig. 97) se foloseşte relaţia

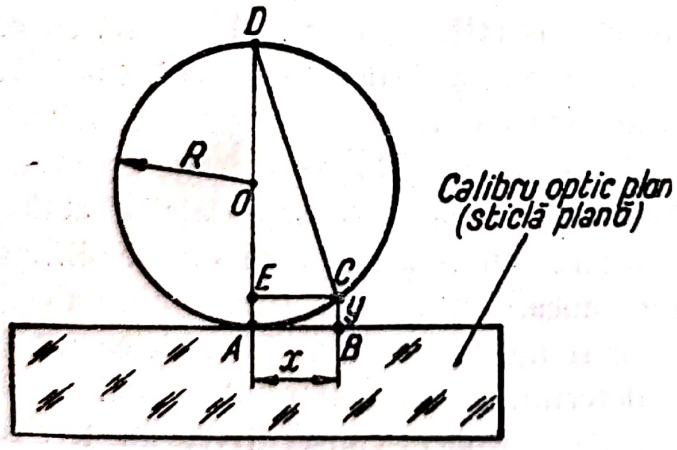


Fig. 97. Măsurarea razei de curbură.

$$x^2 = y\ (2R - y) = 2Ry - y^2$$

în care R este raza de curbură a suprafeţei de verificat, y este distanţa de la punctul C al suprafeţei de verificat la planul de măsurat al calibrului optic şi x este distanţa de la punctul C la raza tangentă la calibru. Valoarea lui y fiind foarte mică în raport cu R, pătratul său va fi şi mai mic, astfel încît y^2 se poate neglija şi deci raza de curbură R este

$$R = \frac{x^2}{2y}.$$

Scanned with OKEN Scanner

Pentru ca să apară benzi de interferenţă $y = N \cdot \lambda/2$, (în care N este numărul întreg al inelelor de interferenţă şi λ lungimea de undă a luminii folosite) relaţia devine:

$$R = \frac{x^2}{N\lambda}.$$

Valoarea lui x se stabileşte prin măsurarea diametrului inelului de interferenţă cel mai mare, fiind egală cu jumătatea acestuia (respectiv fiind raza);

— *calibre optice plan-paralele* (sticle plan paralele). Sînt folosite la verificarea planităţii şi paralelismului suprafeţelor. Se confecţionează cu diametrul de 30 sau 40 mm, în serie de cîte patru bucăţi, înălţimea lor diferind cu 0,12... 0,13 mm. Mai des folosite sînt seriile cu înălţimea 12,000; 12,120; 12,250; 12,370 şi 25,000; 25,120; 25,250; 25,370 mm. Pentru măsurarea planităţii se foloseşte metoda arătată la calibre optice (abaterea fiind dată de relaţia $A_p = N \cdot \lambda/2$). Pentru verificarea plan-paralelismului a două suprafeţe (ex. suprafeţele de măsurare ale micrometrelor de exterior), se aplică placa de sticlă plan-paralelă şi una din suprafeţele respective, în aşa fel încît să se obţină cît mai puţine benzi de interferenţă, după care pe faţa opusă a plăcii de sticlă se aplică cealaltă suprafaţă şi se strînge cu dispozitivul de limitare a apăsării. Numărul benzilor de interferenţă de pe ambele suprafeţe reprezintă abaterea de la plan-paralelism a suprafeţelor respective;

— *calibre optice sferice:* servesc la verificarea suprafeţelor sferice. Pentru suprafeţele concave se întrebuinţează calibre optice convexe şi pentru cele convexe, calibre optice concave. Se folosesc în acelaşi mod ca şi cele plane. Numărul de benzi de interferenţă reprezintă abaterea razei de curbură a piesei care se verifică. Cînd benzile de interferenţă nu sînt circulare, suprafaţa verificată nu este perfect sferică.

Plăci de verificare metalice (plăci de control). Se folosesc în lucrările de trasare, fapt pentru care sînt denumite şi mese de trasare. Se execută cu dimensiunile de la 100 × 200 mm pînă la 1 000 × 1 500 mm. La întrebuinţare, se controlează orizontalitatea cu ajutorul unei nivele. Se execută în patru clase de precizie (0, 1; 2 şi 3), în funcţie de abaterea de la planitate, aşa cum se indică în tabela 69.

Verificarea planităţii unei piese cu ajutorul plăcilor metalice de verificare se poate face prin metoda comparării dimensionale folosind cale plan-paralele, aparate de măsurat prin palpare sau chiar spioni, precum şi prin metoda cu vopseli indicatoare, în care caz se unge uniform suprafaţa plăcii metalice cu un strat subţire de vopsea şi se suprapune suprafaţa de verificat, imprimîndu-se o mişcare longitudinală. Cu cît petele sînt mai multe pe un pătrat cu lama de 25 mm şi mai uniform repartizate, cu atît planitatea suprafeţei controlate este mai bună. Veri-

Scanned with OKEN Scanner

Abaterile limită de la planitate la plăcile de verificare metalice

Dimensiunile plăcii mm	Abateri de la planitate, μm			
	Clasa 0	Clasa 1	Clasa 2	Clasa 3
100 × 200	±3	± 6	±12	±30
200 × 200	±3	± 6	±12	±30
200 × 300	±3,5	± 7	±12,5	±35
300 × 300	±3,5	± 7	±13	±35
300 × 400	±3,5	± 7	±14	±35
400 × 400	±3,5	± 7	±14	±40
450 × 600	±4	± 8	±16	±40
500 × 800	±4	± 8	±18	±45
750 × 1 000	±5	±10	±20	±50
1 000 × 1 500	±6	±12	±25	±60

ficarea plăcilor metalice se face cu ajutorul unor plăci considerate etalon, folosind tot metoda vopselii indicatoare. La plăcile de clasa de precizie 0 şi 1 se admit minimum 25 de pete pe un pătrat cu latura de 25 mm, la cele de clasa de precizie 2, minimum 20 pete, iar la cele de clasa 3, minimum 12.

Rigle de verificare a rectilinităţii. Sînt rigle profilate confecţionate din fontă sau din oţel. Pot fi: rigle cu muchii active, rigle cu muchii şi suprafeţe active şi rigle în formă de pană.

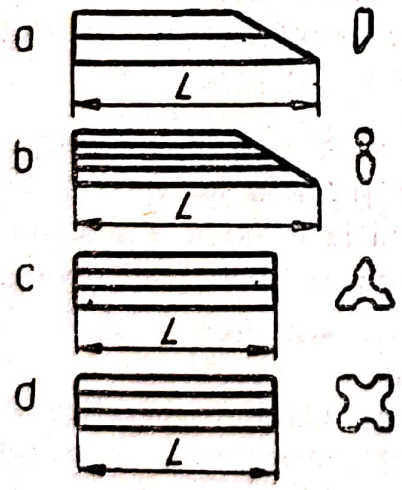


Fig. 98. Rigle cu muchii active.

— *riglele cu muchii active*, au una, trei sau patru muchii ascuţite (fig. 98, *a*, *b*, *c*, *d*). Se execută în două clase de precizie, cu abaterile tolerate indicate în tabela 70, clasa de precizie stabilindu-se în urma verificării.

Verificarea rectilinităţii suprafeţelor pieselor cu rigle cu muchii active se face prin metoda fantei de lumină, aşezînd muchia activă pe suprafaţa pieselor şi examinînd la lumină puternică fanta dintre piesă şi riglă, prin comparaţie cu mostre de spaţiu. Mostrele de spaţiu se obţin aderînd cîteva blocuri de cale diferind între ele cu 1, 2, 3 etc. μm, pe o placă de verificare, cîte una din calele din fiecare bloc avînd aceiaşi dimensiune. Aşezînd o riglă de verificare cu muchii active peste calele respective, obţinem mostre de spaţiu cu valorile egale cu diferenţele dintre lungimile calelor blocate. Verificarea riglelor

Scanned with OKEN Scanner

de verificare cu muchii active se face prin aşezarea sa pe o suprafaţă de referinţă şi luminînd puternic, se observă fanta de lumină, care se apreciază cu mostra de spaţiu corespunzătoare abaterii limită din tabela 70;

Tabela 70

Abaterile limită la rectilinitate la riglele cu muchii active

Lungimea mm	Abater: limită de la rectilinitate în μm			
	Rigle cu teşitură simplă sau dublă		Rigle cu trei sau patru muchii	
	Clasa de precizie			
	0	1	0	1
75 125 175	0,5	2	1	3
325 300	1	3	2	5
(400) (500)	2	5	3	7

— *rigle cu suprafeţe active* (rigle platou) (fig. 99) au forma de bare cu secţiunea dreptunghiulară sau profilată, putînd fi prevăzute cu găuri pentru a avea o greutate mai mică. Riglele *e* şi *f* se fac din oţel carbon (0,5%), iar cele *g* şi *h* din fontă cenuşie. Se execută în trei clase de precizie, abaterile admise fiind indicate în tabela 71.

Verificarea rectilinităţii suprafeţelor cu rigle cu suprafaţă activă se face prin metoda comparării dimensionale, aşezînd rigla pe două cale de lungimi egale puse pe piesă, după care se aşază alte cale în diferite puncte şi se controlează distanţa dintre suprafaţa piesei şi a riglei. În cazul riglelor lungi, pentru a evita sau a reduce la minimum deformarea de încovoiere, cele două cale se aşează la distanţa *a*, calculată cu relaţia

$$a = 0{,}2232 \cdot L \approx \frac{2}{9} L,$$

în care

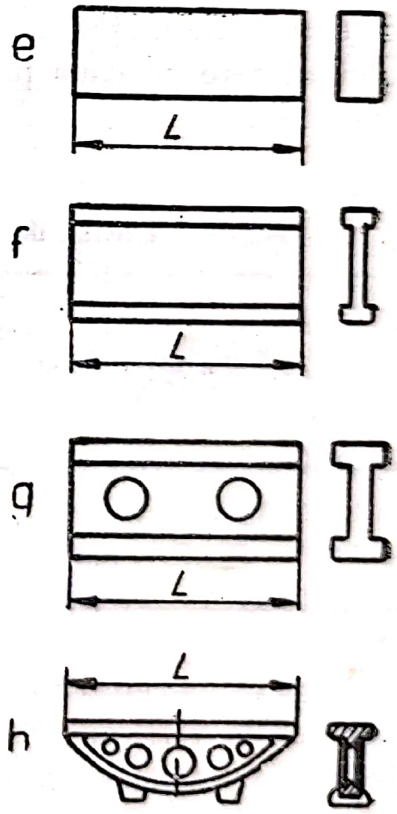


Fig. 99. Rigle cu suprafeţe active

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 71

Lungimea mm	Abateri limită în μm					
	De la rectilinitate			De la paralelism		
	Clasa de precizie					
	1	2	3	1	2	3
500	7	14	70	7	15	150
750	10	18	100	10	20	200
1 000	12	24	120	12	25	250
1 500	16	34	180	16	35	350
2 000	22	44	220	22	45	450
2 500	28	54	280	28	55	550
3 000	32	64	320	32	65	650
(4 000)	42	80	400	42	80	800
(5 000)	—	100	500	—	100	1 000
(6 000)	—	120	600	—	120	1 200

L este lungimea riglei de verificare. (Distanţa „*a*“ se înseamnă pe riglă). Pot servi şi la măsurarea planităţii prin metoda vopselei indicatoare (numai cele de clasa 1 şi clasa 2 de precizie).

Abaterile limită de la planitate a riglelor cu suprafeţe active evaluate în număr minim de pete sînt indicate în tabela 72, diferenţa numărului de pete pe două pătrate cu latura de 25 mm trebuind să fie cel mult trei.

Tabela 72

Abateri limită de la planitate la rigle cu suprafaţă activă

Lungimea riglei mm	Număr minim de pete pe un pătrat cu lăţimea de 25 mm	
	Clasa de precizie	
	1	2
500—1 500	25	20
Peste 1 500	20	15

Verificarea riglelor cu suprafeţe active se face în comparaţie cu plăci metalice de verificare cu clasă de precizie superioară, prin metoda comparării dimensionale sau prin metoda cu vopsea indicatoare.

— *rigle în formă de pană* (rigle unghiulare) (fig. 100). Servesc la verificarea planităţii şi a unghiului dintre suprafeţe (ghidaje). Sînt confecţionate din fontă, au secţiunea triunghiulară sau trapezoidală cu profil

Scanned with OKEN Scanner

plin sau gol şi au două suprafeţe active adiacente. Se folosesc la verificări numai prin metoda cu vopsea indicatoare. Se fabrică în două clase de precizie, abaterile limită în număr minim de pete pe un pătrat cu latura de 25 mm fiind 25 la cele de clasa 1 şi 20 la cele de clasa 2. Abaterea limită pentru unghiul α al penei este ± 5′ la riglele clasa 1 şi de ±10′ la cele de clasa 2. Verificarea rectilinităţii se face ca la celelalte rigle. Verificarea unghiului se face cu microscopul universal sau cu alt mijloc corespunzător.

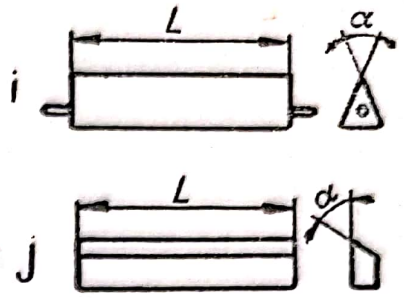


Fig. 100. Riglă în formă de pană.

Mostre de calitate pentru suprafeţe: bare de metal cu suprafaţa de lucru plană sau cilindrică, fabricate în diferite clase de calitate. Servesc la aprecierea prin comparaţie a calităţii (rugozităţii) suprafeţelor de verificat. Examinarea se face cu ochii sau tactil, trecînd cu unghia perpendicular pe urmele de prelucrare, precum şi cu ajutorul unor microscoape comparatoare speciale pentru verificarea calităţii suprafeţelor, în care caz, în cîmpul vizual al ocularului microscopului apar două imagini, una a piesei de verificat şi cealaltă a mostrei de calitate.

Microscoape simple de măsurat calitatea suprafeţelor: aparate optice care măsoară înălţimea asperităţilor suprafeţelor prelucrate, prin urmărirea imaginii de la fundul şi de pe vîrful acestor asperităţi, prin deplasarea ocularului, obiectivul rămînînd fix.

Microscoape duble: aparate care măsoară înălţimea asperităţilor prin observarea unei secţiuni optice determinată de o bandă luminoasă care cade oblic pe suprafaţa de verificat şi este deviată de asperităţi. Examinînd banda luminoasă sub un anumit unghi faţă de suprafaţa de verificat, se poate determina înălţimea asperităţilor măsurînd abaterile benzii luminoase de la linia dreaptă. Distingem:

— *microscoape duble tip Linnik-Schmaltz* (fig. 101). Sînt compuse din postament *1*, coloană filetată *2*, consolă *3*, şuruburi de blocare *4* şi *8*, piuliţă de siguranţă *5*, microscop *6*, tambur micrometric *7*, colimator de proiecţie *9*, rozetă *10* şi şurub *11* pentru reglat calitatea imaginii, obiective *12*, măsuţă portobiect *13* şi măsuţă prismatică *14*, şuruburi micrometrice *15* şi dispozitiv cu cremalieră *16*. Sînt dotate cu truse de accesorii. Microscopul *6* este prevăzut cu un ocular micrometric care are un reticul gradat fix, unul mobil cu două fire reticulare în formă de cruce şi unul marginal pentru fixarea centrului şi măsurări. Tamburul *7* este gradat în 100 diviziuni. Colimatorul *9* este aşezat într-un unghi de 90° faţă de microscop. Măsuţa portobiect *13* este deplasată cu aju-

Scanned with OKEN Scanner

torul şuruburilor micrometrice *15* care au o cursă de 10 mm şi diviziunea de 0,01 mm. Pentru măsurări, se reglează în prealabil cu ajutorul plăcuţei de reglare cu valoarea diviziunii de 0,01 mm după ce la micro-

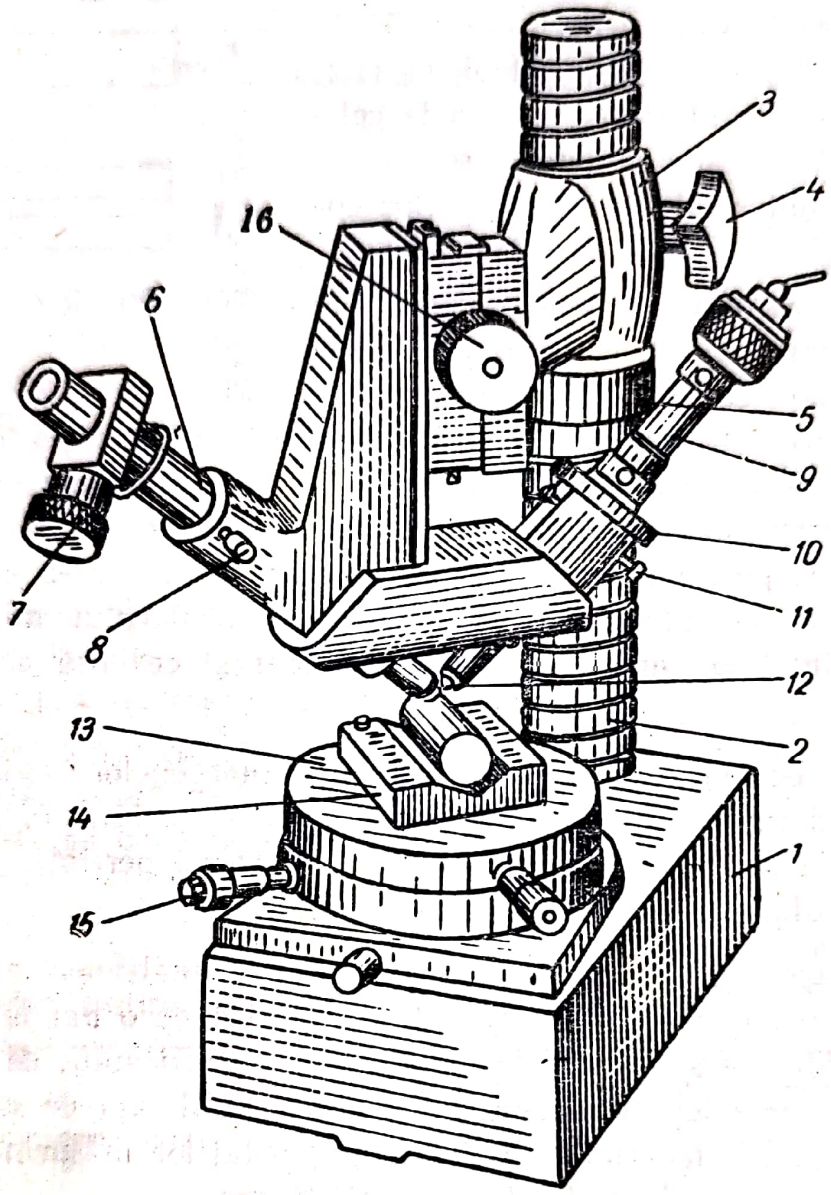


Fig. 101. Microscop dublu tip Linnik-Schmaltz.

scop şi la colimator s-au montat obiective corespunzătoare rugozităţii piesei de măsurat. Se coboară asupra plăcuţei microscopul şi colimatorul cu ajutorul dispozitivului *16* şi cu ajutorul rozetei *10* se aduce colimatorul în poziţie înclinată la 45° faţă de plăcuţa de reglare, apoi cu ajutorul şurubului de reglaj *11* se aduce imaginea cît mai în centrul obiectivului (pentru a se obţine un număr maxim de diviziuni care pot fi parcurse prin deplasarea firelor reticulare) şi se stabileşte numărul de diviziuni ale tamburului *7* necesare deplasării intersecţiei firelor reticulare

Scanned with OKEN Scanner

de la un capăt la celălalt al diviziunilor plăcuței de reglare. Se stabilește valoarea diviziunii „K" a ocularului cu ajutorul relației:

$$K = \frac{m \cdot c}{2n} \cdot 1\,000 \ \mu m$$

în care m este numărul de diviziuni ale plăcuței de reglare, n diferența a două citiri la deplasarea firelor reticulare de la un capăt la altul al plăcuței de reglare respectiv numărul de diviziuni de pe tamburul de reglare, c valoarea diviziunii plăcuței de reglare (0,01 mm). Măsurările se fac numai cu obiectivele pentru care s-a făcut reglarea microscopului. așezîndu-se piesa pe măsuța de măsurat și deplasîndu-se ocularul micrometric cu 45°, după care se determină numărul de diviziuni ale tamburului necesare deplasării firului reticular orizontal de la partea superioară (prima citire) la cea inferioară (a doua citire) a uneia din marginile fantei luminoase. Diferența celor două citiri înmulțită cu valoarea diviziunii ocularului stabilite prealabil, reprezintă valoarea înălțimii rugozității R_{max}. Pentru a găsi înălțimea medie R_z a neregularităților, care este dată de distanța medie dintre cele mai înalte 5 puncte de vîrf și cele mai joase 5 puncte de fund ale profilului cuprins între liniile extreme (exterioară și interioară) măsurarea făcîndu-se față de paralela la linia medie situată în afara liniilor exterioară și interioară, se fac măsurări în zece puncte. Pentru aflarea abaterii medii aritmetice R_a a neregularităților, adică valoarea medie a ordonatelor punctelor profilului față de linia medie, este necesar să se facă profilograma rugozității cu ajutorul camerii de fotografiat cu care este prevăzut aparatul. Condiții de funcționare: eroarea deplasării reticulului mobil la o tură a tamburului micrometric nu trebuie să depășească 0,005 mm, iar pentru toate turele, însumînd, să nu depășească 0,01 mm; marginile imaginii fantei trebuie să fie drepte și paralele, lățimea fantei în planul focal al ocularului trebuind să nu aibe o diferență mai mare de 0,03 mm; curbura fantei în planul focal al ocularului nu trebuie să depășească 11 μm pentru obiectivul OS 41 și 7 μm pentru obiectivul O S 42 (cu obiectivele O S 39 și O S 40 nu se verifică curbura imaginii); abaterea maximă de la planitate a suprafeței de așezare a măsuței portobiect nu trebuie să depășească 0,001 mm, iar de la perpendicularitate 1′; variația indicațiilor de pe tamburul micrometric la deplasarea măsuței portobiect pe intervalul de lucru (10 mm) nu trebuie să depășească 0,006 mm; eroarea de măsurare a șuruburilor micrometrice la o deplasare de 1 mm a măsuței nu trebuie să depășească 0,015 mm. Corpul microscopului dublu trebuie să fie fixat rigid în consolă. Prin apăsare laterală continuă (microscopul fiind blocat) deplasarea nu trebuie să depășească 0,05 mm. Această condiție se verifică așezînd pe măsuța port-obiect plăcuța de reglare, reglînd apoi microscopul și cu ajutorul tamburului micrometric se suprapune încru-

Scanned with OKEN Scanner

cişarea firelor reticulare ale ocularului micrometric pe o diviziune oarecare a plăcuţei de reglare, apoi se apasă pe corpul microscopului şi se observă dacă sub influenţa apăsării s-a deplasat cu mai mult de 5 diviziuni ale scării gradate de pe plăcuţa de reglare. Verificarea ocularului micrometric se face aşezînd tamburul la zero şi observînd ca firele reticulare să se afle pe reperul zero al scării ocularului, după care se deplasează măsuţa portobiect a microscopului pînă ce firele reticulare ale ocularului micrometric au ajuns în coincidenţă cu cele ale microscopului universal, apoi se roteşte tamburul micrometric pînă ce firele reticulare s-au suprapus pe ultimul reper al scării ocularului. Se readuce tamburul micrometric la reperul zero, firele reticulare trebuind să coincidă cu reperul zero al scării gradate a ocularului. Dacă nu coincid, se citeşte diferenţa la scara gradată a microscopului universal, care nu trebuie să depăşească 0,005 mm, aşezînd pe măsuţa portobiect o cală plan-paralelă şi se prinde imaginea în centrul vizual al microscopului, după care se roteşte ocularul micrometric astfel ca cele două fire ale reticulului mobil să fie unul pe orizontală şi celălalt pe verticală. Se aduce firul orizontal tangent la marginea fantei. Rectilinitatea este obligatorie. Pentru verificarea paralelismului, se aduce firul orizontal al ocularului micrometric la marginea inferioară a fantei şi se citeşte pe tamburul micrometric valoarea R_1. Se deplasează apoi firul reticular pe marginea superioară a fantei şi se citeşte pe tamburul micrometric valoarea a_2. Lăţimea fantei este dată de relaţia

$$b_1 = (a_1 - a_2) \cos 45° = \frac{a_1 - a_2}{2},$$

în diviziuni ale tamburului micrometric. Se face acelaşi lucru faţă de mijlocul fantei, neparalelismul fiind dat de diferenţa dintre lăţimea imaginii fantei la marginea cîmpului vizual şi la centru, respectiv $b = b_1 - b_2$, care nu trebuie să depăşească 0,03 mm, adică trei diviziuni ale tamburului micrometric. Verificarea curburii imaginii fantei se face cu ajutorul dispozitivului de focalizare a microscopului, aşezînd pe măsuţa microscopului o cală (nu mai mare de 5 mm) şi stabilindu-i imaginea în centrul vizual al microscopului, făcîndu-se citiri pentru poziţia reticulului mobil în centrul imaginii, firul orizontal fiind tangent la una din marginile imaginii fantei (citirea a_1), apoi cu firul reticular vertical la unul din capetele imaginii (citirea a_2). Curbura este dată de diferenţa maximă dintre rezultatele citite pe tamburul micrometric la focalizarea microscopului în centru şi la marginile fantei. Planitatea măsuţei portobiect se verifică interferometric cu o sticlă optic plană cu diametrul 60 ... 100 mm, clasa de precizie 1. Pentru a constata dacă diferenţa de indicaţii de pe tamburul micrometric nu este mai mare de 0,006 mm la deplasarea măsuţei portobiect pe intervalul de 10 mm, se aşează o

Scanned with OKEN Scanner

cală plan-paralelă, se focalizează microscopul la capătul imaginii luminoase şi se citeşte pe tambur valoarea a_1, se deplasează măsuţa cu 10 mm, apoi se focalizează din nou microscopul la capătul imaginii luminoase şi se citeşte valoarea a_2. Diferenţa $a_1 - a_2$ reprezintă diferenţa de indicaţii. Verificarea se face pentru fiecare din şuruburile micrometrice. Pentru verificarea erorii de măsurare a şuruburilor micrometrice se foloseşte o scară gradată din sticlă divizată în milimetri, avînd lungimea de minimum 15 mm. Se aduc la zero şuruburile micrometrice, se aşază scara gradată din sticlă pe măsuţa portobiect astfel ca imaginea diviziunilor să fie perpendiculară pe marginea fantei şi pe axul şurubului ce se verifică, după care se deplasează măsuţa cu ajutorul şurubului micrometric respectiv. Eroarea indicaţiei şurubului micrometric în intervalul 0 ... 1 mm se citeşte pe scara tamburului. Ea nu trebuie să depăşească 0,015 mm la o deplasare de 1 mm a măsuţei. Se verifică în acelaşi mod toate celelalte 10 intervale ale fiecărui şurub micrometric. Verificarea microscoapelor duble tip Linnik-Schmaltz se face în conformitate cu prevederile instrucţiunilor 185-63, iniţial şi la doi ani. Nu se aplică marcă de verificare; verificarea se constată prin buletinul de verificare care se emite şi care trebuie să conţină un tabel în care se înscriu valorile nominale şi valorile efective ale indicaţiilor, precum şi confirmarea corespunderii la toate condiţiile tehnice de construcţie şi funcţionare.

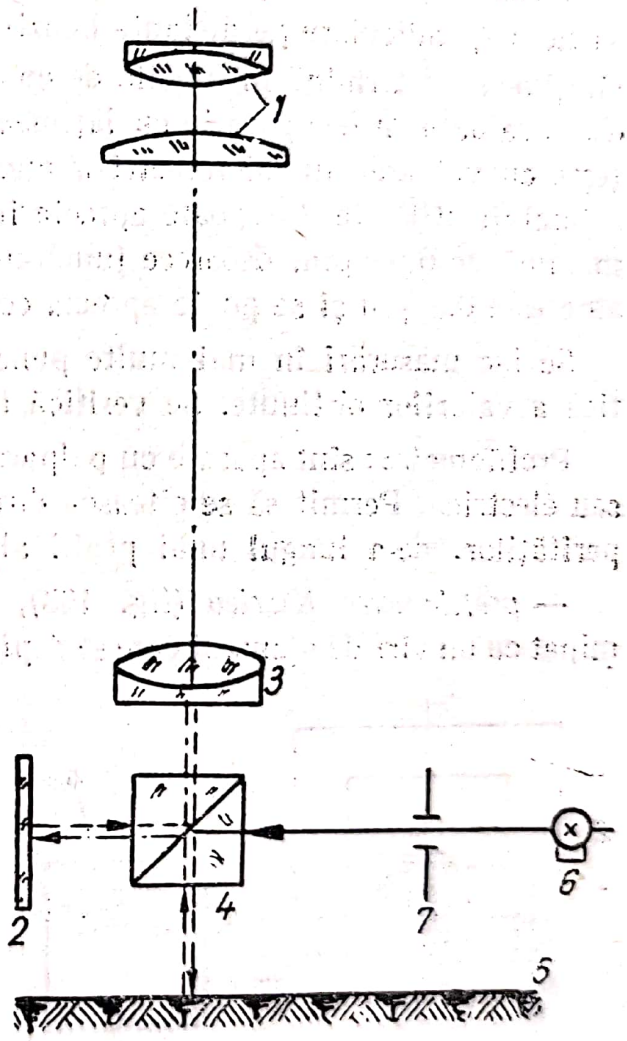


Fig. 102. Microinterferometru tip Linnik.

Microinterferometre: aparate bazate pe interferenţa a două fascicule luminoase provenite de la un izvor de lumină, unul fiind reflectat de suprafaţa de referinţă a aparatului şi celălalt de suprafaţa de verificat. Citäm:

— *microinterferometre tip Linnik*, a căror schemă optică este reprezentată în fig. 102. Fasciculul de lumină care pleacă de la sursa *6* trece prin diafragma *7* şi cade pe prisma dublă *4*, care este formată din două prisme

Scanned with OKEN Scanner

lipite, una avînd suprafaţa de contact acoperită cu un strat fin de aluminiu (oglindă semitransparentă). O parte din fascicul trece prin acest strat şi ajunge pe oglinda *2* de pe care este reflectat şi revine în prisma *4*, se reflectă în sus şi trece prin obiectivul *3* şi prin ocularul *1* al microscopului. Cealaltă parte a fasciculului, este reflectată în jos, ajunge pe pe suprafaţa de cercetat *5* de care este reflectată şi străbate din nou prisma *4* şi obiectivul *3*, ajungînd în ocularul *1* al microscopului. Oglinda *2* nefiind perpendiculară pe axul optic orizontal al aparatului, se produce o diferenţă de drum a celor două fascicule, deci o diferenţă de faze, apărînd în ocular interferenţa care în lumina albă va apare în mijlocul cîmpului vizual al ocularului sub forma unei benzi negre, avînd de o parte şi de alta cîteva benzi colorate. Pentru măsurare, piesa se aşează pe măsuţa aparatului şi se roteşte pînă cînd urmele de prelucrare ajung să fie perpendiculare pe distanţa benzilor de interferenţă. Înălţimea asperităţilor se determină în funcţie de curbura benzilor de interferenţă, care este evaluată în comparaţie cu lăţimea unei benzi. Rezultatul se înmulţeşte cu valoarea în micrometri a unei jumătăţi din lungimea de undă a luminii utilizate (se poate aprecia înălţimea asperităţilor cu o precizie maximă de 0,03 μm, deoarece jumătate din lungimea de undă a luminii albe este 0,3 μm şi se poate aprecia cel mult 0,1 din lăţimea benzii).

Se fac măsurări în mai multe puncte şi se calculează media aritmetică a valorilor obţinute. Se verifică iniţial şi la doi ani.

Profilometre: sînt aparate cu palpare mecanică şi cu amplificare optică sau electrică. Permit să se citească direct pe scara gradată înălţimile asperităţilor, de-a lungul unui profil al suprafeţei. Citãm:

— *profilometre Kiselev* (fig. 103), care palpează suprafaţa de examinat cu un vîrf de diamant care se deplasează cu o viteză de circa 10 mm/s. Asperităţile de pe suprafaţă provoacă mici deplasări ale tijei de palpare *1* pe care se află montată o bobină de inducţie *2* între polii unui magnet permanent *3*. Datorită mişcărilor de translaţie a bobinei cauzate de deplasarea tijei de palpare care urmăreşte suprafaţa de verificat, în bobină se naşte un curent alternativ, care este amplificat şi apoi măsurat cu galvanometrul *4*, ale cărui indicaţii sînt proporţionale cu media pătratică a înălţimilor asperităţilor de pe porţiunea examinată. Deplasarea vîrfului pe suprafaţa

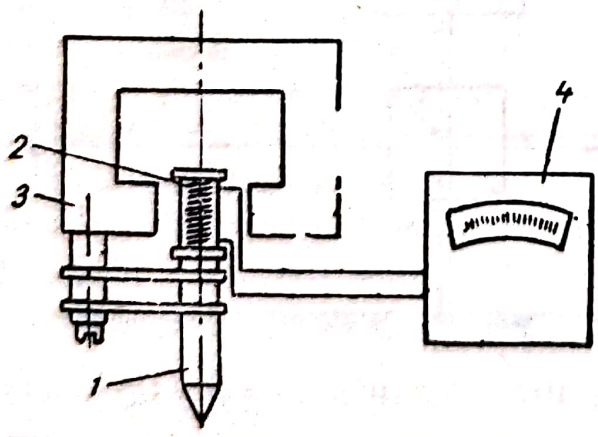


Fig. 103. Profilometru tip Kiselev.

Scanned with OKEN Scanner

examinată se face la unele aparate manual, la altele mecanic. Se verifică prin comparaţie cu mostre-etalon de rugozitate.

Profilografe: sînt aparate cu palpare mecanică şi amplificare optică sau electrică. Permit înregistrarea prin fotografiere a unui profil al suprafeţei de verificat. Citäm:

— *profilografe tip Ammon*, care se folosesc la verificarea suprafeţelor exterioare şi interioare, profilograma putîndu-se înregistra pe film fotografic. Schema optică este reprezentată în fig. 104. De la sursa luminoasă *1* pleacă fasiculul de lumină care trece prin prisma *2*, se reflectă în jos şi ajunge pe placa de sticlă *3*, care este înegrită pe partea din dreapta, cu excepţia a două porţiuni (în formă de linie şi punct) pe unde pot trece razele de lumină. O parte din fascicul trece prin linia transparentă, ajunge pe placa de sticlă şi o luminează în partea stîngă, unde se află o scară gradată. O altă parte din fascicul străbate placa *3*, (prin punctul transparent), iese sub formă de fascicul divergent şi ajunge pe prisma *5* unde se reflectă, străbate obiectivul *6* şi ajunge pe oglinda mobilă *7* şi se reflectă pe oglinda *8*, întorcîndu-se pe acelaşi drum, formînd pe placa gradată imaginea punctului luminos care se observă cu microscopul format din obiectivele *11* şi *12*. Deplasarea acului palpator *9* cauzată de asperităţile suprafeţei examinate provoacă deplasarea spotului luminos în lungul scării gradate. Profilograma se obţine fotografiindu-se suprafaţa pe placa *13*, în care scop se roteşte cu 180° prisma *10*. Eroarea de măsurare nu depăşeşte ±15% din înălţimea maximă a asperităţilor. Se utilizează atît în laboratoare, cît şi la operaţiile de control al fabricaţiei. Se verifică prin comparaţie cu mostre etalon de rugozitate (mostre de calitate).

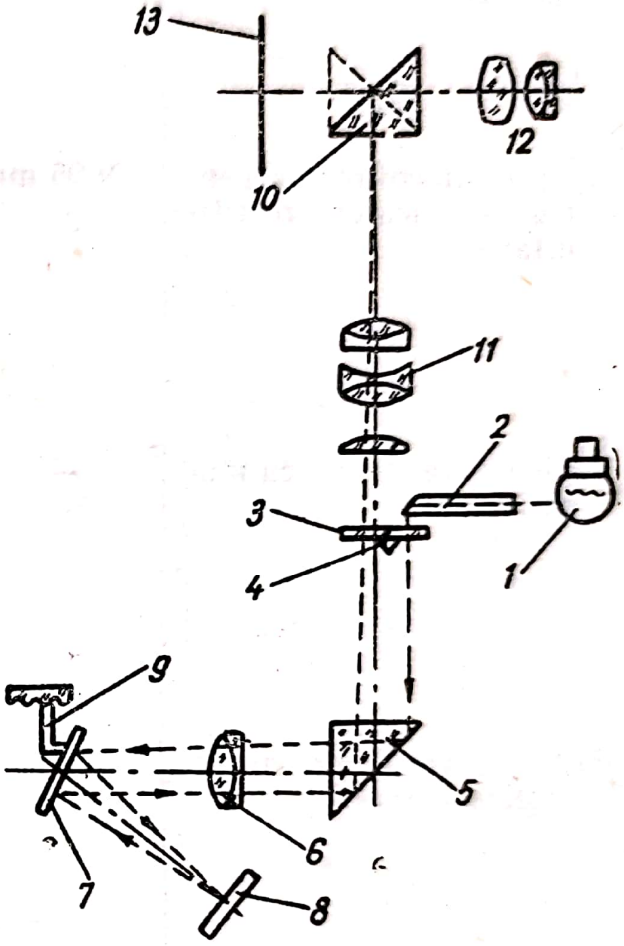


Fig. 104. Profilograf tip Ammon.

Scanned with OKEN Scanner

Denumirea mijlocului de măsurare	Valoarea diviziunii	Domeniul de măsurare	
		al scării	al aparatului
Plăci de sticlă plane, pentru măsurări interferometrice	—	—	0,001 5— 0,002 0 mm
Aparat autocolimator pentru verificarea rectilinităţii	0,05 mm	5,4 mm	Distanţa de la marcă (semn de vizare) la aparat 11 000 mm 40 000 mm
Rigle de verificare cu muchii active	—	—	Lungimi, mm: 75; 125; 175; 225; 300; 400; 500
Rigle de verificare cu suprafeţe active	—	—	Lungimi, mm; 500; 750; 1000; 1 500; 2 000; 2 500; 3 000; 4 000; 5 000; 6 000
Plăci de verificare			Dimensiuni, mm: 100× 200; 200× 200; 200× 300; 300× 400; 400× 400; 450× 600; 500× 800; 750×1 000; 1 000×1 500;

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 74

planitate și rectilinitate

Utilizarea principală a mijlocului de măsurare	Se utilizează		
	în laboratorul metrologic	în puncte de verificare	la locul de muncă
Verificarea: a) planității suprafețelor de măsurare ale micrometrelor; b) planității calelor	X	(X)	—
Verificarea: a) rectilinității batiurilor mașinilor unelte; b) poziției lagărelor, a arborilor cotiți etc. prin metoda vizării	X	—	—
Verificarea: a) planității și rectilinității suprafețelor plane b) rectilinității generatoarelor cilindrilor și conurilor	X	X	X
Verificarea: a) riglelor cu muchii active b) planității suprafețelor plane răzuite (plăci de verificare)	X	X	X
Verificarea suprafețelor plane răzuite (ca suprafețe plane de referință)	X	X	X

Scanned with OKEN Scanner

C. *ALEGEREA MIJLOACELOR DE MĂSURARE*

Mijloacele de măsurare pentru calitatea suprafeţelor se aleg în conformitate cu datele din tabela 73 în care sînt arătate denumirile, intervalul de măsurare a asperităţilor şi locul de folosire, iar mijloacele de măsurare pentru planitate şi rectilinitate, în conformitate cu datele din tabela 74, (alte date utile au fost indicate în tabelele 59, 60 şi 61).

Tabela 73

Mijloace de măsurare a calităţii suprafeţelor

Denumirea mijlocului de măsurare	Intervalul de măsurare a asperităţilor H_{max} µm	Locul de folosire
Microscop interferenţial	0,03... 2	Laborator
Microinterferometru	0,01... 1	Idem
Microscop dublu	2 ... 70	Laborator şi control
Microscop comparator	0,1 ...100	Control şi loc de muncă
Serie de mostre de calitate	0,5 ...100	Idem

4. VOLUM [1]. CAPACITATE [2]

A. *UNITĂŢI DE MĂSURĂ PENTRU VOLUM ŞI CAPACITATE*

Metru cub (m^3), unitate de măsură SI, este volumul unui cub avînd latura de 1 m. Multiplii şi submultiplii se formează cu ajutorul prefixelor (v. tabela 1);

Ster (st) unitate de măsură egală cu un metru cub folosită pentru cubajul lemnelor de cel puţin un metru lungime (inclusiv golurile) aşezate în stive. Pentru a afla cantitatea numai a lemnului cuprins într-o stivă măsurată în metri-steri, valoarea în metri-steri trebuie înmulţită cu factorul de cubaj [3].

---

[1]) Mărime geometrică scalară cu trei dimensiuni liniare. În orice sistem în care lungimea este mărime fundamentală, ecuaţia dimensională a volumului este $[V] = L^3$.

[2]) Volumul conţinut de un recipient.

[3]) Factorul cu care se înmulţeşte valoarea în metri-steri a unei stive de lemne spre a o exprima în metri cubi este cu atît mai mare, cu cît diametrul secţiunii lemnelor este mai mare. Inversul acestui factor serveşte la transformarea metrilor cubi în metri-steri şi se numeşte f a c t o r d e a ş e z a r e.

Scanned with OKEN Scanner

Litru (l), nume special dat decimetrului cub [1]). Litrul metrologic diferă de litru şi avea valoarea 1 lm = 1,000028 dm^3. Nu se mai utilizează în determinările de precizie (cum se făcea pînă la sfîrşitul anului 1964), acestea trebuind să fie exprimate în submultipli ai metrului cub formaţi cu ajutorul prefixelor. Litrul cu multiplii şi submultiplii lui, formaţi cu ajutorul prefixelor, se utilizează numai pentru tranzacţii comerciale, transporturi, evidenţe etc.

În tabelele 75, 76 şi 77 sînt indicate vechile unităţi de măsură româneşti pentru volum şi capacitate (pentru lichide şi materii uscate). În tabela 78 sînt indicate unităţile de măsură engleze şi americane, cu echivalentul lor metric.

B. *MIJLOACE DE MĂSURARE A CAPACITĂŢII* [2])

a. Măsuri de capacitate [3])

Măsurile de capacitate sînt recipiente din sticlă, din metal sau din lemn, cu forme constructive particularizate în funcţie de destinaţie, folosite la măsurarea volumului lichidelor şi al materialelor pulverulente sau granulare. Pot fi cu valoare unică sau cu valori multiple (cu scară gradată), valorile fiind exprimate în unităţi SI(m^3) sau multipli ori submultipli ai acestora formaţi cu ajutorul prefixelor. În uz se găsesc şi măsuri de

---

[1]) A XII-a Conferinţă Generală de Măsuri şi Greutăţi din octombrie 1964 a abrogat (documentul nr. 20 bis) definiţia litrului metrologic din 1901, şi anume „litrul metrologic este capacitatea egală cu volumul unui kilogram de apă distilată, lipsită de aer, la densitatea maximă, sub presiune de 1 at'' (1,01325 bari) şi care deci era mai mare decît 1 dm^3 (1 lm = = 1,000028 dm^3), declarînd că denumirea de litru poate să fie folosită numai ca un nume special dat decimetrului sub, recomandînd să nu fie folosit pentru a exprima rezultatele măsurărilor de volum de înaltă precizie.

[2]) Capacitate: volumul conţinutului unui recipient, respectiv volumul lichidelor şi al materialelor pulverulente sau granulare (grăunţe etc.).

[3]) În afară de clasificarea generală pentru toate mijloacele de măsurare (vezi Capitolul „Clasificarea mijloacelor de măsurare"), măsurile de capacitate se clasifică şi după alte criterii, ca de exemplu după felul materialelor din care sînt făcute (sticlă, metal, lemn), după forma pe care o au (cilindru, balon etc.), după felul materialelor pe care le măsoară (alcool, petrol, ulei etc.), după felul cum se face măsurarea cu ajutorul lor (prin umplere sau prin golire) etc. În oricare dintre aceste grupări, se pot face clasificări după destinaţie metrologică şi după precizie. Din această cauză, ordinea de prezentare este făcută după forma pe care o au şi, după caz, în fiecare dintre grupe, sînt arătate atît destinaţia şi subordonarea metrologică, cît şi materialele, felul cum se face măsurarea etc. Pentru evitarea repetărilor, metodele de verificare şi modul de verificare a parametrilor comuni sînt prezentate la sfîrşitul capitolului la care se fac trimiterile necesare.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 75

Măsuri vechi de volum folosite în țara noastră

Muntenia		
1. Stînjen cubic S.V.	7,604695905	m^3
2. Palmă cubică = 1 000 degete cub.	0,014852910	m^3
3. Deget cubic = 1 000 linii cub.	14,852910	cm^3
4. Linie cubică	14,852910	mm^3
Moldova		
1. Stînjen cubic = 512 palme cub.	11,089565	m^3
2. Palmă cubică = 512 palmace cubi.	0,021659300	m^3
3. Palmac cubic = 1 728 linii cub.	42,303222	cm^3
4. Linie cubică	24,481030	mm^3
Dobrogea		
1. Arșin cubic = 13 824 parmace cubice = = 23 887 872 puse sau haturi cubice	0,435519512	m^3
2. Parmac cubic sau deget cubic	31,505	cm^3
3. Hat, pus sau linie cubică	18	mm^3
Transilvania		
1. Stînjen cubic	6,822627761	m^3
2. Cotul cubic de Cluj	0,241455167	m^3

Tabela 76

Relații între vechile măsuri de volum folosite în țara noastră

În metri cubi	Muntenia stînjen cub S. V.	Moldova stînjen cub	Dobrogea arșin cub
1	0,131497697	0,090174850	2,29610830987
7,604695905	1	0,685752284	17,46120239667
11,089565	1,458252500	1	25,46286050115
0,435519512	0,05726963706	0,039272796	1

Scanned with OKEN Scanner

Măsuri vechi de capacitate folosite în ţara noastră pentru lichide şi materii uscate.

a. **Pentru lichide** [1])

	Muntenia	*Moldova*
1. Vadra = 10 ocale	12,880 litri	15,200 litri
2. Ocaua = 4 litre	1,288 „	1,520 „
3. Litra = 2 cincizeci	0,322 „	0,380 „
4. Cinzeaca = 2 ciocane	0,161 „	0,190 „
5. Ciocanul = 25 dramuri	0,0805 „	0,095 „
6. Dramul	0,00322 „	0,0038 „

Transilvania

1. Dreling = 30 Reichseimer	1856,499 litri
2. Reichseimer = 41 Maas = 82 Kannen = 164 Seidel	58,0156 „
3. Vadra = 10 cupe	14,150 „
4. Cupa	1,415 „
5. Felea	0,707 „
6. Ocaua de Timişoara	1,334 „
7. Fass (de bere)	120,270 „

b. **Pentru materii uscate**

Muntenia

1. Chila = 10 baniţe mari = 20 baniţe mici	679,268 litri
2. Baniţa mare = 2 baniţe mici	67,9268 „
3. Baniţa mică = 20 ocale	33,9634 „
4. Ocaua = 4 litre = 8 cincizeci	1,69817 „

Moldova

1. Chila = 2 merţe	430,000 litri
2. Merţa = 10 dimirlii (baniţe)	215,000 „
3. Dimirlia (baniţa) = 12 ocale	21,500 „
4. Ocaua = 4 litre = 8 cincizeci	1,79167 „

Dobrogea [2])

1. Chila = 8 baniţe	37,000 litri
2. Baniţa (sau cutu) = 10 ocale	4,625 „
3. Ocaua = 400 dramuri	0,4625 „

Transilvania

1. Müth = 30 Wetzen = 120 Viestel = 240 Achtel = = 480 Mühlmasse = 960 Futtermasse	1844,88 litri
2. Metz	61,50 „
3. Kübel	98,388 „
4. Viertel Kübel	24,597 „
5. Becher	0,48 „

[1]) În Dobrogea lichidele se cîntăreau. Nu existau unităţi de capacitate pentru lichide.

[2]) În Dobrogea grînele se măsurau în general prin cîntărire în ocale. Se utiliza însă şi chila, mai rar şi baniţa.

Scanned with OKEN Scanner

Unități de volum engleze și americane

Nr. crt.	Denumirea unității	Simbol	Valoarea în S.I.
1	cubic inch	cu.in.	16,387 cm^3
2	cubic foot = 1 728 cu.in.	cu.ft.	0,28 317 m^3
3	cubic yard = 27 cu.ft.	cu.yd.	0,764 555 m^3
4	shipping ton = 40 cu.ft.	—	1,1327 m^3

Unități de capacitate engleze

Nr. crt.	Denumirea unității	Simbol	Valoarea în S.I.
1	gill	gill	0,1421 l
2	pint = 4 gills	pt.	0,5682 l
3	quart = 2 pts	qt.	1,1365 l
4	imperial gallon = 8 pts	gal.	4,5460 l
5	peck = 2 gal.	peck	9,0919 l
6	bushel = 4 peck	bu	36,3677 l
7	quarter = 8 bu	quarter	290,9416 l

Unități de capacitate americane

Nr. crt.	Denumirea unității	Simbol	Valoarea în S.I.
1	U.S. gill	U.S. gill	0,1183 l
2	U.S. pint = 2 U.S. gill	U.S.pt	0,4732 l
3	liquid quart = 2 U.S.pts	liq.qt	0,9163 l
4	dryquart = 1/4 Winchester galon	dry qt	1,1012 l
5	U.S. gallon = 4 U.S. liq.qts	U.S. gal	3,7854 l
6	peck = 2 Winchester gallons	peck	8,8096 l
7	bushel = 8 Winchester gallons	bushel	35,2383 l
8	barrel = 42 U.S. gal	bbl	158,9870

Scanned with OKEN Scanner

capacitate cu valoarea în litri metrologici [1]) sau multipli ori submultipli ai acestora (în general, cele de laborator, care rămîn tolerate pînă la termenul ce se va stabili de D.G.M.S.I., cele de uz comercial rămînînd să se folosească în paralel fie cu valoarea în unităţi SI, fie în litri, în care caz litrul reprezintă o denumire specială dată decimetrului cub).

După forma pe care o au, se împart în:

Pipete: măsuri de capacitate, din sticlă, în formă de tuburi cu sau fără lărgire şi subţiate la un capăt, folosite la măsurarea rapidă prin scurgere a cantităţilor mici şi relativ foarte mici de lichide, particularizate constructiv în funcţie de destinaţie. Distingem [2]):

— *pipete de uz curent* (de utilizare generală), care se execută în două tipuri, şi anume: a) pipete fără diviziuni, la care capacitatea nominală [3]) este marcată printr-un reper sau este cuprinsă între două repere şi b) pipete cu diviziuni, cu golire totală sau parţială. Ambele tipuri se execută în două clase de precizie (1 şi 2). Pipetele fără diviziuni cu unul sau cu două repere (care sînt circulare, gradate chimic sau mecanic) se fac pentru capacitatea nominală de 0,5; 1; 2; 5; 10; 11; 15; 20; 25; 50 şi 100 cm^3 (la cele în uz , ml), iar cele cu diviziuni, pentru capacitatea nominală de 1; 2; 5; 10 şi 25 cm^3 (la cele în uz, ml). Pipetele fără diviziuni cu unul sau cu două repere, cu capacitatea de 0,5, 1 şi 2 cm^3 (respectiv ml) se fac în formă de tuburi cu sau fără lărgire (în ţara noastră se fac cu lărgire cilindrică), cele cu capacitatea de la 5 pînă la 15 cm^3 (respectiv ml) cu o lărgire în formă sferică (sau de pară), ori cilindrică (în ţara noastră se fac numai cu lărgire cilindrică), iar cele cu capacitatea de la 20 pînă la 100 cm^3 (respectiv ml), cu o lărgire cilindrică. Pipetele cu diviziuni se fac din tuburi fără lărgire, tipul I, sau cu lărgire, tipul II, scara gradată avînd unul din aspectele *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, din fig. 105, la cele cu golire parţială, sau unul din aspectele *a*, *b*, *c*, *d*, *e* din fig. 106, la cele cu golire totală, reperele şi cifrele aplicîndu-se numai la partea cilindrică, nu şi pe partea conică. Grosimea reperelor, la toate categoriile de pipete, nu trebuie să depăşească 0,2 mm pentru ambele clase la cele cu diviziuni şi pentru clasa 1 la cele fără diviziuni, şi clasa 2 la cele fără diviziuni, 0,3 mm. Valorile diviziunilor minime la pipetele cu diviziuni sînt indicate în tabela 79.

Dimensiunile obligatorii ale pipetelor fără repere de uz general sînt indicate în tabela 80, în care se arată şi timpul de scurgere ca şi ero-

---

[1]) 1 l = 1,000 028 dm^3.

[2]) Tipuri reprezentative.

[3]) Capacitatea nominală este definită de volumul de apă distilată, exprimat în cm^3 conţinut de pipetă la temperatura de 20°C.

Scanned with OKEN Scanner

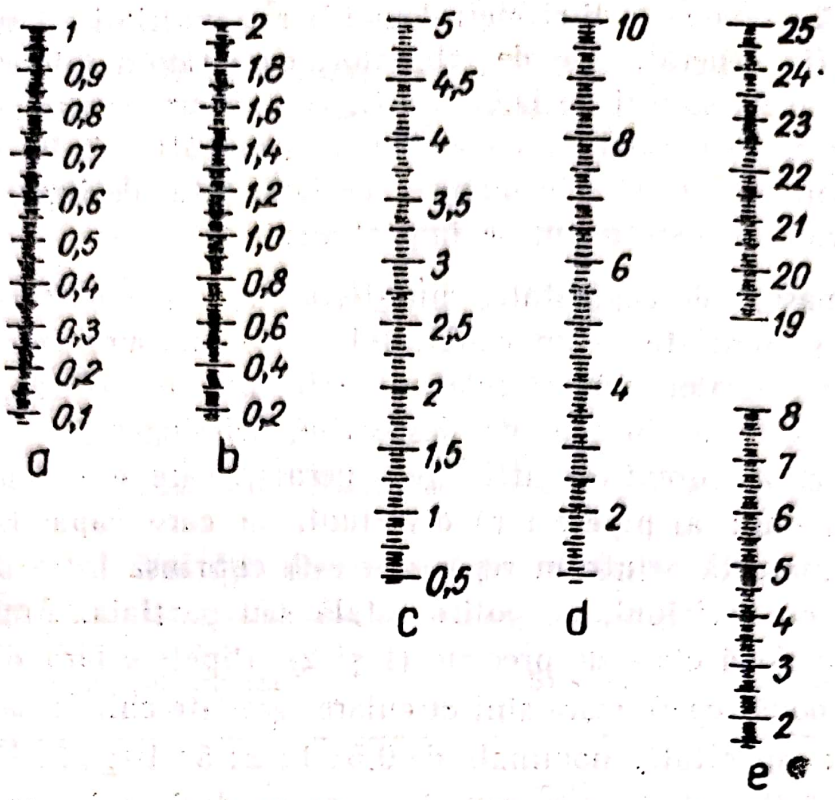


Fig. 105. Gradarea scării şi notarea cifrică la pipete cu golire parţială

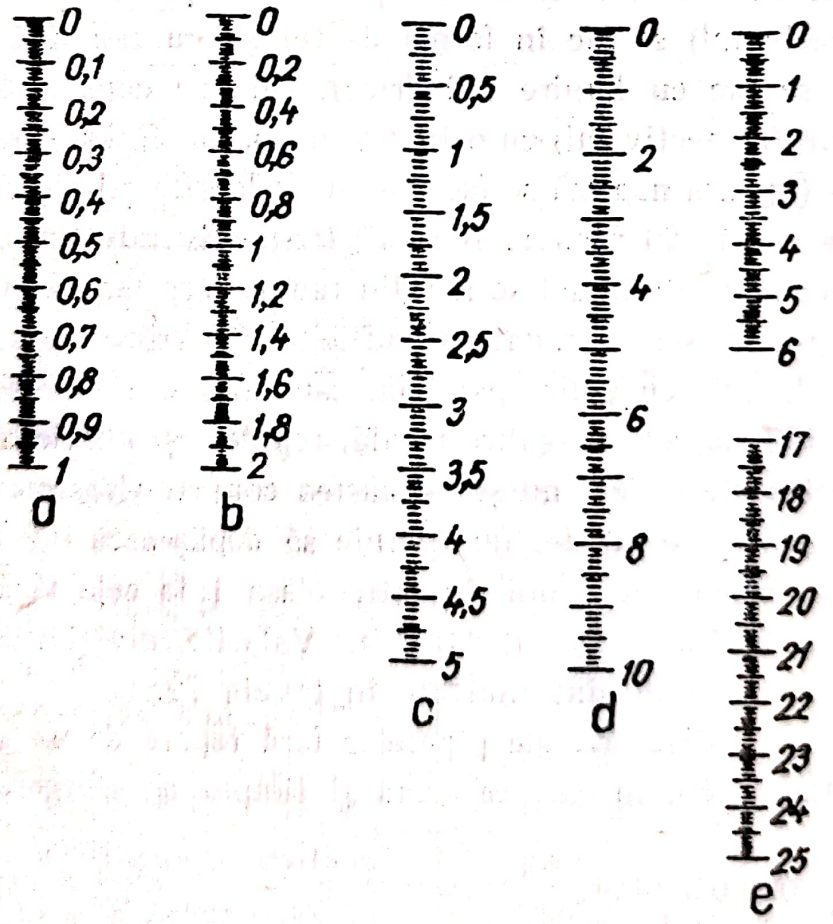


Fig. 106. Gradarea scării şi notarea cifrică la pipete cu golire totală.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 79

Diviziunile minime la pipetele cu diviziuni

Capacitatea nominală, cm^3	Diviziunea minimă, cm^3
1	0,01
2	0,02
5	0,05
10	0,10
25	0,10

rile tolerate, iar în tabelele 81 şi 82 pentru cele cu repere, tipul I şi tipul II. Pentru utilizare, pipetele se curăţă prin spălare, cu soluţie de săpun, şi clătire cu apă distilată. Dacă această spălare nu este suficientă se foloseşte un amestec oxidant.

Verificarea pipetelor de lucru se face numai iniţial, iar la cele etalon se face şi în fiecare an, în conformitate cu prevederile din Instrucţiunile 7-65. Erorile tolerate la capacitatea totală sau parţială, pentru apă, soluţii apoase sau necoloidale la temperatura de 20°C, în condiţiile pentru timpul de scurgere şi de aşteptare pentru citire ce trebuie să fie respectate, sînt indicate în tabelele 80, 81 şi 82.

Verificarea dimensiunilor se face cu şubler 1/10, compus şi riglă metalică de măsurat. Verificarea calităţii sticlei pentru tensiuni interne se face la polariscop, sticla trebuind să nu prezinte variaţii faţă de culoarea iniţială (violet), iar pentru rezistenţa chimică, se face pentru o suprafaţă de 100 cm^2 la alcalii, sticla trebuind să nu piardă în greutate mai mult de 60 mg, la acizi pierderea în greutate trebuind să nu fie mai mare de 0,5 mg, iar la apă distilată să nu fie mai mult de 2 mg. Verificarea capacităţii se face: a) gravimetric, la pipetele de cl. 1 fără diviziuni cu unul sau cu două repere, pipetele de cl. 1 cu diviziuni şi golire parţială, pipetele de cl. 1 cu diviziuni şi golire totală, pipetele de cl. 2 de 0,5 şi 2 cm^3 (respectiv ml) şi b) volumetric, la pipetele de cl. 2 cu capacitatea mai mare de 2 cm^3 (respectiv ml). Pipetele de cl. 1 cu diviziuni şi golire parţială se verifică la capacitatea nominală şi la 1/2 din ea, cele de cl. 1 cu diviziuni şi golire totală se verifică pentru trei capacităţi, şi anume corespunzătoare capacităţii începînd de la reperul de sus care marchează capacitatea nominală, pînă la reperul care indică 1/2 din capacitate, de la reperul de sus pînă la ultimul reper al scării gradate a pipetei şi pentru întreaga capacitate a pipetei, marca de verificare aplicîndu-se pe tub deasupra scării gradate. Pipetele de cl. 2 de 0,5; 1; şi 2 cm^3 (respectiv ml) se verifică gravimetric ca şi cele de cl. 1, cu excepţia timpului de aşteptare care trebuie să fie de 3 s în loc de 15 s.

Scanned with OKEN Scanner

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 80

Dimensiuni, timp de scurgere și erori tolerate la pipete cu repere tip I

Capacitate nominală ml	L	l_1 ±5	l_2 min.	l_3 min.	l_4	d ± 0,5	g	Timp de scurgere s		Eroare tolerată ml	
								clasa 1	clasa 2	clasa 1	clasa 2
1	325±10	130	165	10	20	4,5	1±0,2	15...20	6...15	±0 006	±0,012
2	330±10	130	165	10	20	4,5	1±0,2	15...20	6...15	± 0,006	±0,012
5	400±10	175	165	10	20	5,5	1±0,2	15...20	6...15	±0,010	±0,020
10	450±10	200	165	10	20	5,5	1±0,2	15...20	6...15	±0,015	±0,030
20	520±10	250	180	10	20	6,5	1,25±0,25	22...30	15...30	±0,020	±0,040
25	530±10	250	180	15	25	6,5	1,25±0,25	22...30	15...30	±0,025	±0,050
50	540±10	250	180	20	25	7,5	1,25±0,25	22...30	15...30	±0,035	±0,070
100	585±15	250	195	20	25	7,5	1,25±0,25	32...40	20...40	±0,050	±0,100

Observații:
— Cota l_4 este informativă
— La cerere, pipetele cu repere pot fi executate și cu bulă de siguranță
— STAS 4094—62.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 81

Dimensiuni, timp de scurgere şi erori tolerate la pipete cu scară gradată tip I

Capacitatea nominală ml	Valoarea diviziunii ml	l min.	d	g	Timp de scurgere s		Eroare tolerată, ml	
					clasa 1	clasa 2	clasa 1	clasa 2
1	0,01	150	2,2...3	2±0,5	25...35	10...20	±0,01	±0,02
2	0,02	160	3...4	2±0,5	25...35	10...20	±0,01	±0,02

Observaţie: La pipetele cu golire parţială, se admite ca lungimea totală să fie cu 30 mm mai mare decît valorile indicate în tabelă.

Tabela 82

Dimensiuni, timp de scurgere şi erori tolerate la pipetele tip II

Capacitatea nominală ml	Valoarea diviziunii ml	L	l_1	l_2	d	g	Timp de scurgere s		Eroare tolerată ml	
							clasa 1	clasa 2	clasa 1	clasa 2
5	0,05	360±10	170...250	25	5,3... 6,4	1±0,2	25...35	10...20	±0,02	±0,04
10	0,1	360±10	170...250	25	7,4... 8,9	1±0,2	25...35	10...20	±0,03	±0,06
25	0,1	450±10	270...340	30	10,0...11,2	1,25±0,25	35...45	10...20	±0,05	±0,10

Observaţii:

— Cota l_2 este informativă.

— La pipetele cu golire parţială, se admite ca lungimea totală să fie cu 30 mm mai mare decît valorile indicate în tabelă.

Pentru pipetele de cl. 1 pentru care se cer corecţii (prin buletine) determinările se fac numai gravimetric, cel puţin trei determinări pentru fiecare punct verificat. Pentru cele destinate ca etalon (pipete-etalon) se eliberează certificate, verificarea (etalonarea) făcîndu-se în fiecare an;

— *micropipete* (fig. 107, *a*, şi *b*), care se construiesc din tuburi capilare de sticlă cu pereţii groşi şi sînt de două tipuri; a) micropipete cu un reper, de umplere şi b) micropipete cu scară gradată, de umplere sau de golire. Verificarea capacităţii se face la capacitatea totală şi numai gravimetric, cu apă distilată la cele de golire şi cu mercur, la cele cu un reper şi cu scară gradată, în conformitate cu prevederile Instrucţiunilor 88-65. Pentru micropipetele etalon se eliberează certificate cu corecţii, în care scop se fac cel puţin 3 determinări pentru fiecare punct verificat, verificările (etalonările) făcîndu-se în fiecare an. Se execută pentru următoarele capacităţi: 0,005; 0,01; 0,02; 0,05; 0,1; 0,2; şi 0,5 cm³ (respectiv ml, la cele actuale în uz) Sînt supuse verificării de stat numai micropipetele de 0,1; 0,2 şi 0,5 cm³ (respectiv ml). Regulile de întrebuinţare sînt aceleaşi ca la pipetele de uz curent. Idem, condiţiile de rezistenţă a sticlei. Valoarea celei mai mici diviziuni poate fi de 0,0005; 0,001; 0,002; 0,005 şi 0,010 cm³ (respectiv ml). Erorile tolerate pentru capacitatea nominală sau pentru o parte din ea, la temperatura de 20°C, sînt indicate în tabela 83. Erorile recomandate la micropipetele care nu se verifică de stat sînt indicate în tabela 84.

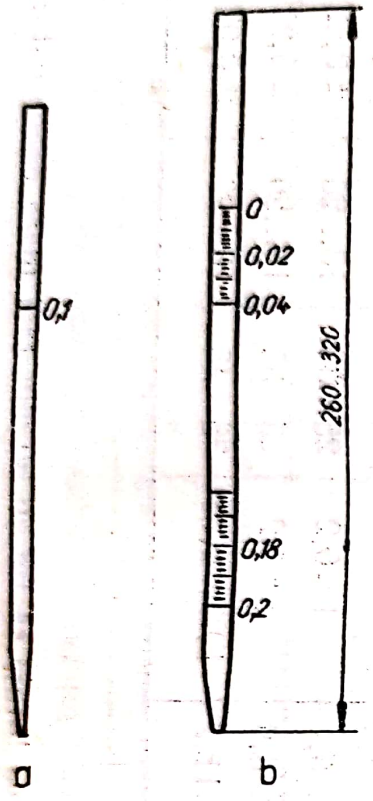


Fig. 107. Micropipete: *a* — cu un reper; *b* — cu scară gradată.

Tabela 83

Erorile tolerate la capacitatea micropipetelor

Capacitatea nominală cm³	Erorile tolerate, în cm³	
	Micropipete cu reper	Micropipete cu scară gradată
0,1	±0,002	±0,002
0,2	±0,004	±0,004
0,5	±0,006	±0,006

Biurete: măsuri de capacitate din sticlă, gradate pentru scurgere, folosite în laboratoare la măsurarea cantităţilor mici şi relativ foarte

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 84

Erorile (recomandate) la micropipetele care nu se verifică de stat

Capacitatea nominală, cm³	Erori tolerate, cm³
0,005	±0,000 2
0,01	±0,000 2
0,02	±0,000 4
0,05	±0,001

mici de lichide, în special a soluţiilor de titrare, particularizate constructiv în funcţie de destinaţie. Distingem [1]):

— *biurete de uz curent* [2]) (de utilizare generală), care se construiesc în trei tipuri, şi anume: a) cu robinet drept; b) cu robinet lateral şi c) fără robinet. Se fac pentru capacitatea nominală de 25; 50; 100 şi 200 cm³ (respectiv ml) în două clase de precizie (cl. 1 şi cl. 2). Biuretele cu robinet drept sînt construite din tuburi pe care se află trasată scara gradată, avînd sudat la partea inferioară un robinet de sticlă. Biuretele cu robinet lateral (fig. 108) sînt construite din tuburi pe care se află trasată scara gradată, avînd la partea inferioară, lateral, un tub mai îngust, pe care se află robinetul care poate fi de două forme. Biuretele fără robinet (fig. 109) sînt construite dintr-un tub pe care se află trasată scara gradată, avînd la partea inferioară un tub de cauciuc la care se ataşează un vîrf de sticlă subţiat (vîrf de scurgere). Tubul de cauciuc se poate închide cu clemă (sistem Mohr ori cu arc,) cu bilă sau cu baghetă de sticlă. Erorile tolerate sînt indicate în tabela 85. Citirile se fac la partea inferioară a meniscului, cu excepţia cazurilor cînd lichidele sînt intens colorate, în care cazuri citirile se fac la marginea superioară a meniscului.

Tabela 85

Erori tolerate la biurete

Capacitatea nominală cm³	Erori tolerate, cm³	
	clasa 1	clasa 2
25	±0,03	±0,06
50	±0,05	±0,1
100	±0,1	±0,2

[1]) Tipuri reprezentative.
[2]) Unele fac parte din categoria aparatelor de măsurat capacităţi.

Scanned with OKEN Scanner

Scările gradate au una din formele *a*, *b*, *c*, *d* din fig. 110. Valoarea diviziunii celei mai mici, la biuretele cu capacitatea nominală de 25 sau de 50 cm³ (respectiv ml), este de 0,1 cm³ (respectiv ml), la cele de 100 cm³

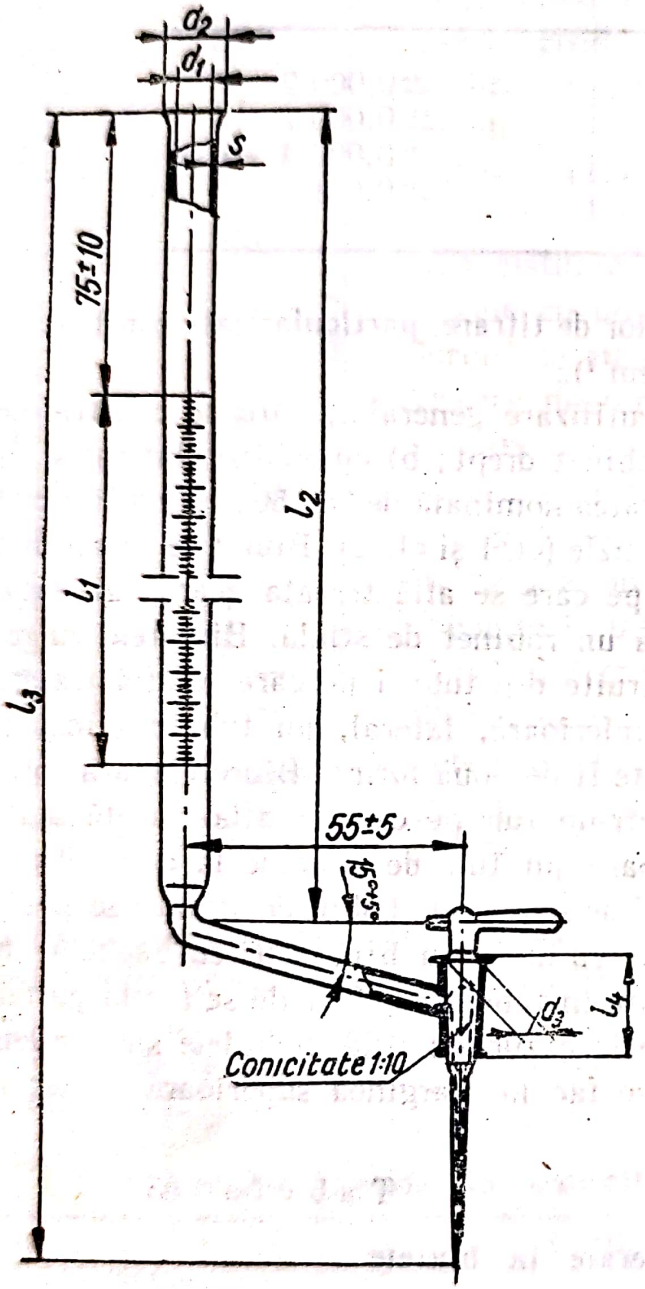


Fig. 108. Biuretă cu robinet lateral.

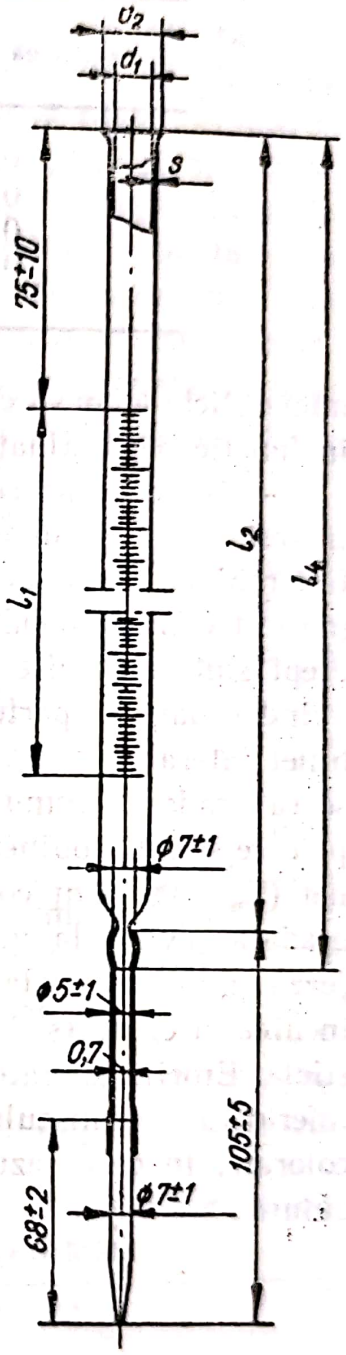


Fig. 109. Biuretă fără robinet.

(respectiv ml) de 0,2 cm³ (respectiv ml) și la cele de 200 cm³, de 0,5 cm³ (respectiv ml). Verificarea se face în conformitate cu prevederile Instrucțiunilor 30-65, inițial, cele etalon verificîndu-se (etalonîndu-se) și anual. În funcție de capacitatea nominală pe care o au, biuretele de cl. 1 se verifică la următoarele poziții: a) cele de 25 cm³, la intervale de 0...5 cm³, 0...10 cm³, 0...15 cm³; 0...20 cm³ și 0...25 cm³; b) cele de 50 cm³ la

Scanned with OKEN Scanner

intervale din 10 în 10 cm³ (0...10 cm³; 0...20 cm³ [1]) etc.); c) cele de 100 şi 200 cm³ la intervale din 20 în 20 cm³. Verificarea se face gravimetric sau volumetric. Verificarea celor de cl. 2 se face la capacitatea

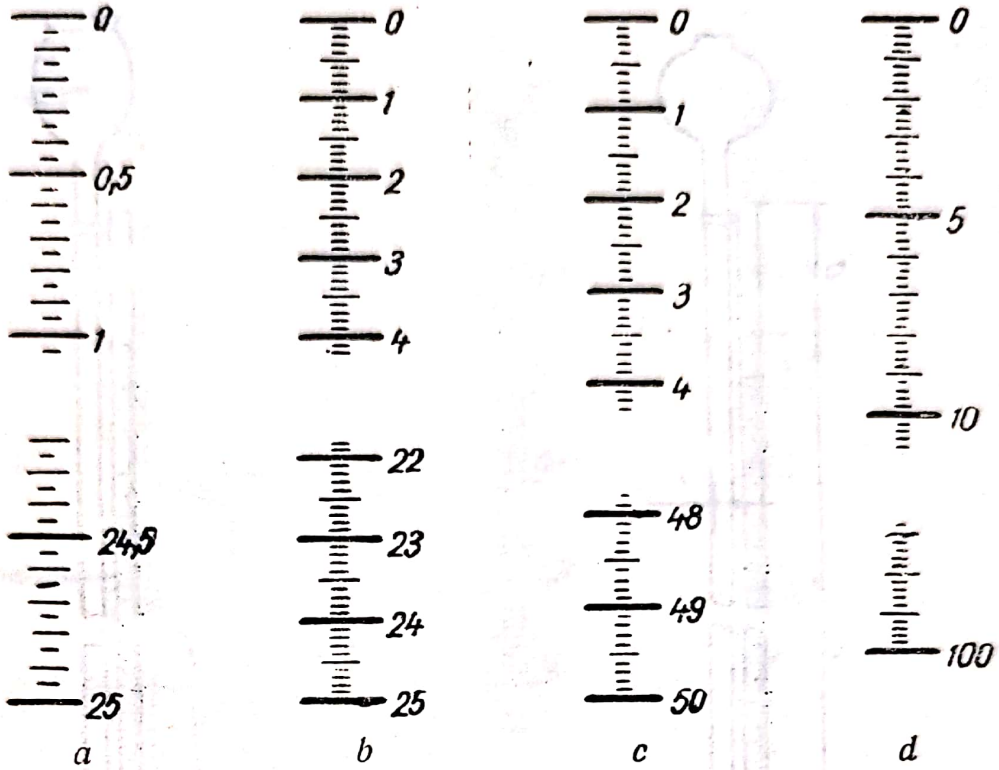


Fig. 110. Aspectul scărilor gradate la biurete.

totală şi la 1/2 din capacitatea totală. Marca de verificare se aplică în partea de sus a biuretei, deasupra scării gradate şi dacă este posibil şi pe vîrful de scurgere. Pentru cele la care se cer corecţiile, acestea se înscriu în buletine. Pentru etalonare se eliberează certificate;

— *microbiurete*, care sînt folosite în laboratoare pentru măsurarea cu precizie a cantităţilor foarte mici de lichide. Se construiesc în mai multe tipuri, dintre care menţionăm: a) cu dispozitiv de umplere cu tub şi rezervor închis cu robinet simplu; b) cu dispozitiv de umplere cu tub şi rezervor închis cu robinet cu mai multe căi; c) cu dispozitiv de umplere cu tub, rezervor şi dispozitiv de refulare (pompă de refulare). Microbiuretele tipul a) (fig. 111, *a*) sînt alcătuite din dispozitivul de măsurare (constituit dintr-un tub de diametru unic, gradat în unităţi de capacitate, avînd la partea inferioară un robinet *3* şi dispozitivul de umplere (constituit în general dintr-un tub care are la partea superioară un rezervor şi la partea inferioară un robinet *2* prin care se comunică cu tubul dispozitivului de măsurare). Microbiuretele de tip b) (fig. 111, *b*) sînt identice cu cele de tip a), de care se deosebesc prin robinetul *2* care are mai multe căi. Microbiuretele de tip c) au dispozitivul de umplere în prelungirea

[1]) Vezi la metode de verificare a capacităţii.

Scanned with OKEN Scanner

celui de măsurare și sînt prevăzute cu o pompă de refulare (fig. 112). Microbiuretele tip a) și b) au la partea inferioară o prelungire de sticlă 3 pentru fixarea într-un stativ de lemn. Regulile de folosire sînt aceleași

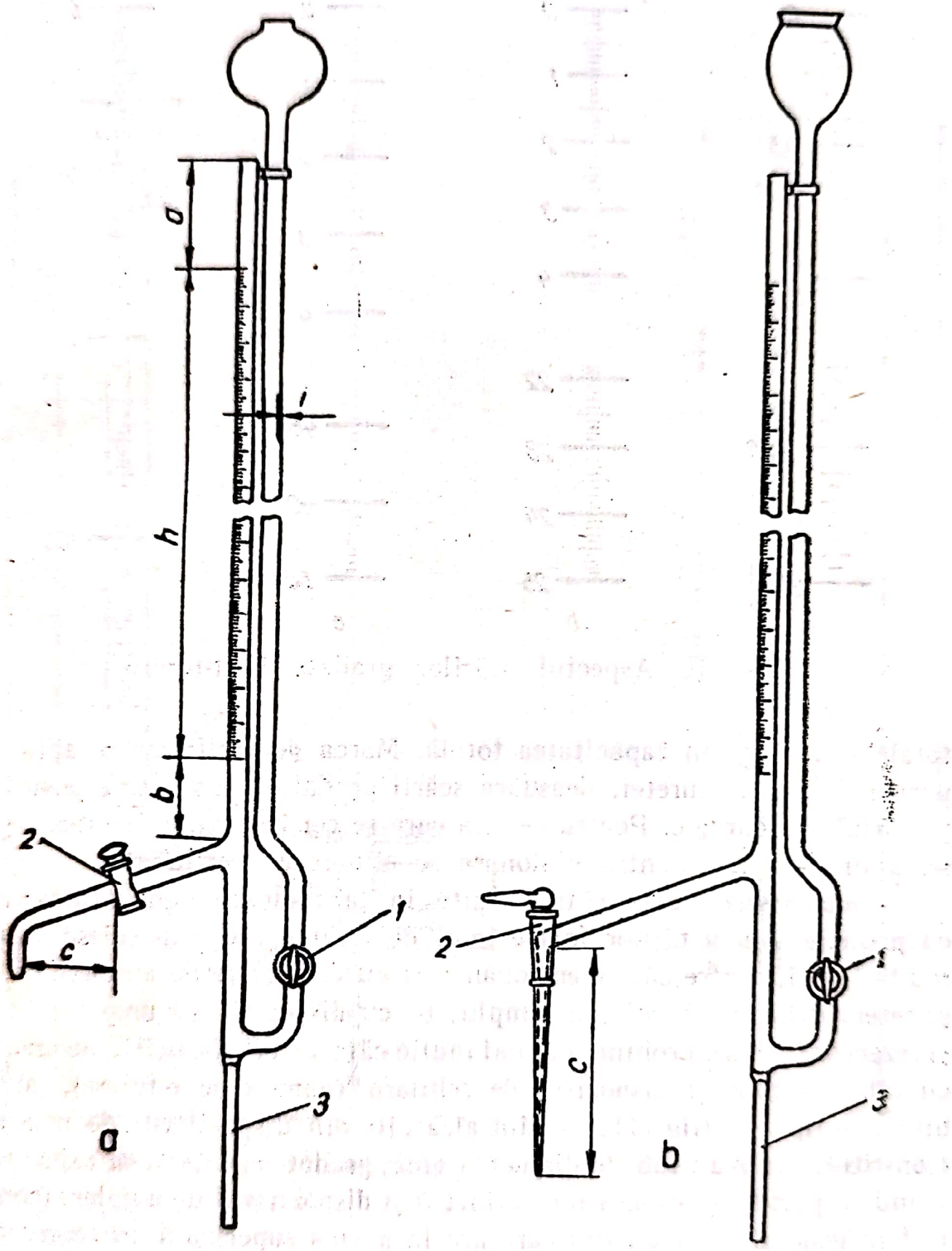


Fig. 111. Microbiurete:
a — cu robinet simplu; *b* — cu robinet cu mai multe căi.

ca la pipete și biurete de uz curent. Citirea la lichidele transparente se face la marginea inferioară a meniscului, iar la cele netransparente, la marginea superioară. Scara gradată, în raport cu capacitatea nominală, este

Scanned with OKEN Scanner

reprezentată în fig. 113, *a*, *b*, *c*. Lungimea scării gradate este de minimum 120 mm la cele de 1 cm³ (respectiv ml) şi de minimum 200 mm la cele de 2 şi 5 cm³ (respectiv ml). Reperul zero trebuie să se afle la cel

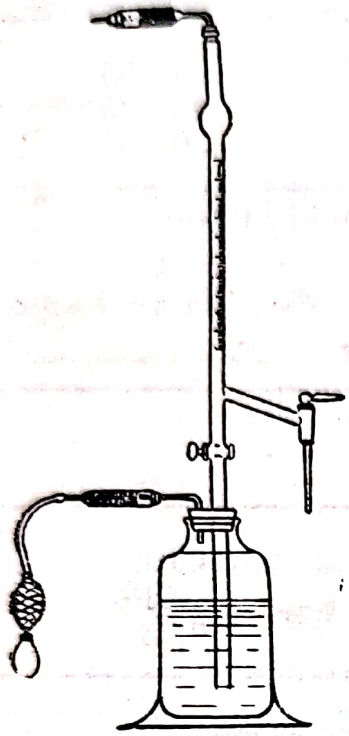


Fig. 112. Microbiuretă cu dispozitiv de umplere cu pompă.

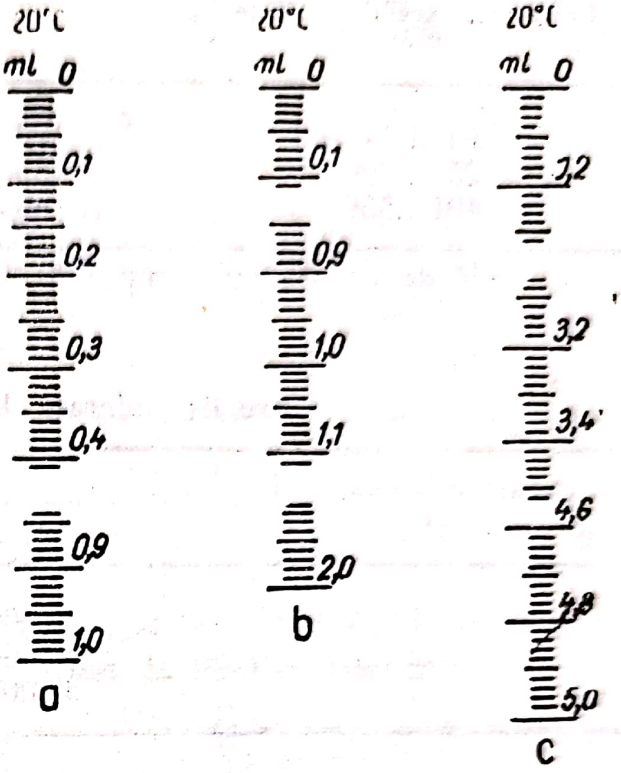


Fig. 113. Aspectul scărilor microbiuretelor.

puţin 30 mm de extremitatea superioară a părţii cilindrice a tubului de măsurare *a*, (fig. 111, *a*) iar ultimul reper, la cel puţin 20 mm mai sus de orice legătură a tubului de măsurare *b* (tub de scurgere, mufă cu robinet etc.). La microbiuretele de cl. 1 reperele mici se recomandă să fie trasate pe jumătate din circumferinţă, cele mijlocii pe trei sferturi din lungimea circumferinţei, iar cele mari circular. Cifrele se aplică pe partea dreaptă, de sus în jos, ca la biurete. Distanţa de la capătul vîrfului de scurgere la robinet *c* trebuie să fie la minimum 30 mm. Diametrul interior al vîrfului de scurgere trebuie să fie astfel dimensionat, încît să asigure timpul de scurgere indicat în tabela 86, robinetul fiind deschis.

La cele de uz special, timpul de scurgere trebuie indicat pe microbiuretă. Erorile tolerate la capacitate pentru temperatura de 20°C sînt indicate în tabela 87.

Verificările se fac potrivit prescripţiilor din Instrucţiunile 62-65. Verificarea capacităţii se face numai prin metoda gravimetrică. La cele etalon se face pentru toate diviziunile, la cele de cl. 1 şi de cl. 2, la capacitatea totală şi la jumătate dintre aceasta (şi prin sondaj, la

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 86

Timpul de scurgere la microbiurete

Lungimea scării gradate mm	Timp de scurgere, în secunde	
	cl. 1	cl. 2
Pînă la 250	20...35	15...35
251...400	30...45	20...45
401...550	40...55	30...55

La cele de uz special, timpul de scurgere trebuie indicat

Tabela 87

Erorile tolerate la capacitate

Capacitatea nominală cm^3	Erori tolerate, cm^3	
	cl. 1	cl. 2
1	±0,006	±0,015
2	±0,006	±0,015
5	±0,011	±0,03

unul dintre reperele intermediare). Verificarea se face inițial, iar pentru cele etalon și anual. Pentru etalonare se eliberează certificate în care se trec corecțiile. Marca de verificare se aplică (cu acid sau prin sablare) pe partea de sus, deasupra scării gradate și, dacă este posibil, și pe vîrful de scurgere;

— *biurete de uz special*, dintre care cele mai importante sînt biuretele pentru măsurarea volumelor mici de gaz provenite din analize, reacții chimice și procese de ardere. Se construiesc de obicei pentru capacități nominale de 25; 50; 100 și 200 cm^3 (respectiv ml), putînd fi și pentru alte capacități, cum sînt de exemplu microazotmetrele care au capacitatea de 1,5 cm^3 (respectiv ml), aparatele pentru analiza impurităților din aer, care au capacitatea de 10 sau de 20 cm^3 (respectiv ml), aparatul Haldane, care are capacitatea de 21 cm^3 ș.a. Timpul de scurgere, după o așteptare de cel puțin 1 min, trebuie să corespundă datelor din tabela 88. Determinarea capacității biuretelor pentru gaze, gradate pentru mercur, se face în poziție inversă decît la folosire, trebuind să se țină seamă de corecția de menisc.

În tabela 89 sînt indicate corecțiile de menisc pentru mercur/mercur (lichid de verificare mercur, lichid de folosire mercur). În tabela 90 sînt indicate corecțiile de menisc pentru apă/apă (lichid de verificare apă și lichid de folosire apă), iar în tabela 91 sînt indicate corecțiile de menisc pentru apă/mercur (lichid de verificare apă și lichid de folosire mercur).

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 88

Timpul de scurgere la biuretele pentru gaze

Lungimea scării gradate mm	Timpul de scurgere, în secunde	
	cu scară neîntreruptă	cu scară întreruptă
Pînă la 200	25...30	17...23
De la 200 la 350	35...45	23...30
De la 350 la 500	45...55	30...37
De la 500 la 700	55...70	37...47
De la 700 la 1 000	70...90	47...60

Tabela 89

Corecția pe menisc pentru mercur/mercur, în 10^{-3} cm³ (microlitri). (Lichid de verificare mercur, lichid de folosire mercur).

Diametrul interior mm	Corecția	Diametrul interior mm	Corecția	Diametrul interior mm	Corecția
0,5	+ 0,98	8,0	+ 57,80	19,5	+285,00
1,0	+ 2,00	8,5	+ 67,00	20,0	+295,80
1,5	+ 3,00	9,0	+ 76,00	20,5	+306,50
2,0	+ 4,02	9,5	+ 85,80	21,0	+317,80
2,5	+ 4,98	10,0	+ 95,80	21,5	+329,00
3,0	+ 5,98	10,5	+105,00	22,0	+340,50
3,5	+ 7,02	11,0	+114,20	22,5	+352,00
4,0	+ 8,40	11,5	+123,00	23,0	+363,80
4,2	+ 9,16	12,0	+132,50	23,5	+375,00
4,4	+10,06	12,5	+142,20	24,0	+386,50
4,5	+10,48	13,0	+152,20	24,5	+398,00
4,6	+11,04	13,5	+162,00	25,0	+409,50
4,8	+11,16	14,0	+172,20	25,5	+421,00
5,0	+13,38	14,5	+182,00	26,0	+432,50
5,2	+14,88	15,0	+192,00	26,5	+444,50
5,4	+16,64	15,5	+201,80	27,0	+456,20
5,5	+17,60	16,0	+212,00	27,5	+468,00
5,6	+18,62	16,5	+222,00	28,0	+480,20
5,8	+20,95	17,0	+232,00	28,5	+493,20
6,0	+23,40	17,5	+243,00	29,0	+506,20
6,5	+30,50	18,0	+253,50	29,5	+518,20
7,0	+39,80	18,5	+264,00	30,0	+530,00
7,5	+48,80	19,0	+247,00		

Scanned with OKEN Scanner

Corecţia de menisc pentru apă/apă în 10^{-3} cm³ (microlitri). (Lichid de verificare apă, lichid de folosire apă)

Diametrul interior mm	Corecţia	Diametrul interior mm	Corecţia	Diametrul interior mm	Corecţia
0,5	— 1,30	8,0	— 81,00	19,5	— 592,00
1,0	— 2,85	8,5	— 93,00	20,0	— 626,00
1,5	— 4,55	9,0	—107,00	20,5	— 658,00
2,0	— 6,60	9,5	—122,00	21,0	— 692,00
2,5	— 9,15	10,0	—136,00	21,5	— 725,00
3,0	—12,20	10,5	—152,00	22,0	— 756,00
3,5	—15,95	11,0	—169,00	22,5	— 788,00
4,0	—20,60	11,5	—187,00	23,0	— 822,00
4,5	—25,65	12,0	—204,00	23,5	— 852,00
5,0	—30,60	12,5	—223,00	24,0	— 881,00
5,2	—32,90	13,0	—244,00	24,5	— 909,00
5,4	—35,15	13,5	—267.00	25,0	— 938,00
5,5	—36,30	14,0	—299,00	25,5	— 964,00
5,6	—37,65	14,5	—312,00	26,0	— 991,00
5,8	—40,25	15,0	—337,00	26,5	—1017,00
6,0	—42,90	15,5	—362,00	27,0	—1043,00
6,2	—45,90	16,0	—387,00	27,5	—1067,00
6,4	—48,90	16,5	—414,00	28,0	—1091,00
6,5	—50,50	17,0	—441,00	28,5	—1115,00
6,6	—52,25	17,5	—469,00	29,0	—1137,00
6,8	—56,05	18,0	—499,00	29,5	—1158,00
7,0	—60,50	18,5	—529,00	30,0	—1178,00
7,5	—70,00	19,0	—560,00		

Verificarea capacităţii se face prin metoda gravimetrică, apa, mercurul şi biureta de verificat trebuind să fie ţinute, în prealabil, în camera unde se lucrează, timp de 24 h. Verificarea se face iniţial în conformitate cu prevederile Instrucţiunilor 99-65.

Baloane cotate (fig. 114, *a*, *b*, *c*): măsuri de capacitate din sticlă, sferice sau în formă de pară, cu gît lung şi îngust, pe care se află trasat reperul pentru delimitarea capacităţii nominale. Pot fi cu dop (fig. 114, *a* şi *c*) sau fără dop (fig. 114, *b*). Se gradează pentru umplere (cu inscripţia U) sau pentru golire (cu inscripţia G). Se fac pentru următoarele capacităţi: 25; 50; 100; 200; 250; 500; 1 000 şi 2 000 cm³ (respectiv ml) şi pentru clasa de precizie 1 sau 2. Cele de 25 şi 50 cm³ se fac numai pentru umplere. Se fac şi de 10 cm³, numai clasa 1 de precizie şi numai pentru umplere. Ele trebuie să reziste la un şoc termic de 80°C. Rezistenţa chimică este aceeaşi ca la pipete şi biurete. Erorile tolerate

Scanned with OKEN Scanner

Corecția de menisc pentru apă/mercur, în 10^{-3} cm³ (microlitri). (Lichid de verificare apă, lichid de folosire mercur)

Diam. int. mm	Corecția	Diam. int. mm	Corecția	Diam. int. mm	Corecția
0,5	— 0,20	10,5	— 23,50	20,5	—175,50
1,0	— 0,38	11,0	— 27,30	21,0	—186,50
1,5	— 0,78	11,5	— 31,30	21,5	—197,50
2,0	— 1,38	12,0	— 35,80	22,5	—208,40
2,5	— 2,14	12,5	— 40,70	22,5	—218,50
3,0	— 3,13	13,0	— 46,40	23,0	—228,50
3,5	— 4,50	13,5	— 52,50	23,5	—238,30
4,0	— 6,13	14,0	— 58,90	24,0	—246,90
4,5	— 7,62	14,5	— 65,30	24,5	—255,50
5,0	— 8,66	15,0	— 72,30	25,0	—264,00
5,5	— 9,40	15,5	— 79,90	25,5	—271,60
6,0	— 9,80	16,0	— 87,80	26,0	—279,00
6,5	—10,05	16,5	— 96,00	26,5	—286,00
7,0	—10,20	17,0	—104,40	27,0	—292,80
7,5	—10,58	17,5	—113,50	27,5	—299,00
8,0	—11,44	18,0	—122,80	28,0	—304,90
8,5	—12,96	18,5	—132,70	28,5	—310,30
9,0	—15,10	19,0	—142,90	29,0	—315,00
9,5	—17,50	19,5	—153,50	29,5	—319,80
10,0	—20,20	20,0	—164,70	30,0	—323,90

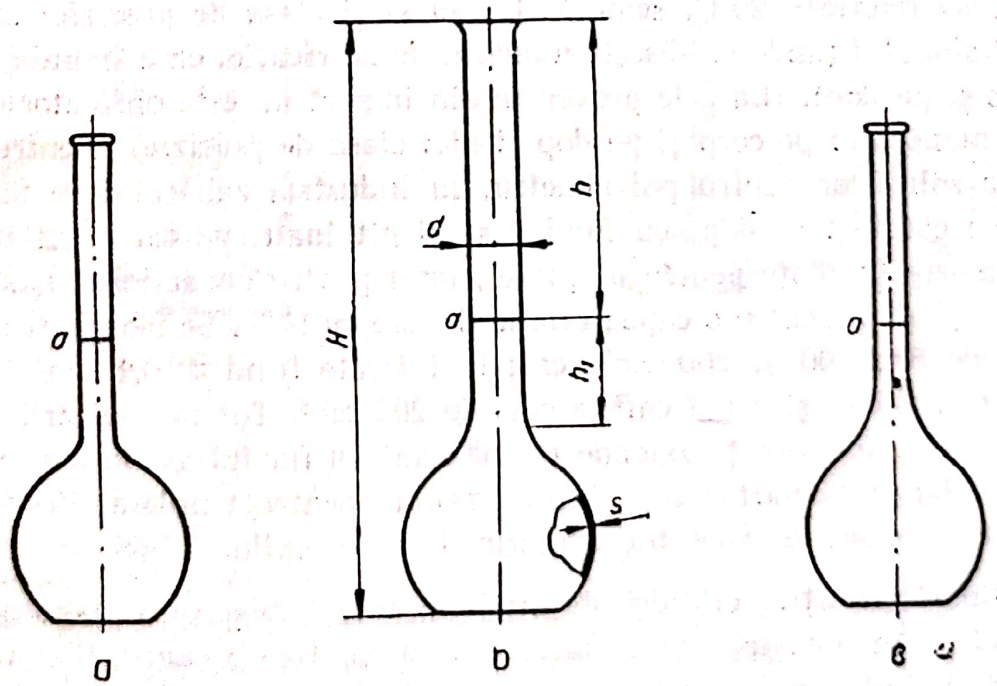


Fig. 114. Baloane cotate:
a și *c* — cu dop; *b* — fără dop.

Scanned with OKEN Scanner

la capacitatea nominală pentru temperatura de 20°C nu trebuie să depășească valorile din tabela 92. Verificarea capacității se face prin metoda gravimetrică, sau prin metoda volumetrică.

Tabela 92

Erori tolerate la baloane cotate

Capacitatea nominală cm³	Erori tolerate la capacitate, cm³			
	cl. 1		cl. 2	
	U	G	U	G
10	±0,008	—	—	—
25	±0,03	—	±0,06	—
50	±0,05	—	±0,10	—
100	±0,05	±0,10	±0,10	±0,20
200	±0,10	±0,20	±0,20	±0,40
250	±0,10	±0,20	±0,20	±0,40
500	±0,15	±0,30	±0,30	±0,60
1 000	±0,30	±0,60	±0,60	±1,20
2 000	±0,50	±1,00	±1,00	±2,00

Verificarea se face în conformitate cu prevederile Instrucțiunilor 34-65, inițial, cele etalon verificîndu-se (etalonîndu-se) și anual (eliberîndu-se certificate de etalonare). Marca de verificare se aplică în vecinătatea inscripțiilor, fie pe corpul balonului (unde se găsesc: emblema producătorului, capacitatea nominală, unitatea de măsură cm³, temperatura de referință 20°C, semnul U sau G și clasa de precizie) sau pe gîtul balonului (unde se găsește numărul de fabricație, care trebuie să fie înscris și pe dop). (La cele provenite din import nu este obligatorie gravarea numărului pe corp și pe dop și nici clasa de precizie). Pentru pregătirea soluțiilor pentru polarimetru, în industria zahărului se folosesc baloane cotate fără dop, cu fund plat și gît înalt, pe care sînt trasate două repere (gradate pentru umplere), unul pentru capacitatea nominală la 20°C și altul pentru o capacitate mai mare cu 10%. Se fac pentru capacități de 50; 100 și 200 cm³, erorile tolerate fiind ± 0,1 cm³ la cele de 50 și 100 cm³ și ±0,2 cm³ la cele de 200 cm³. Tot în industria zahărului se mai folosesc și baloane de 100 cm³ cu fundul avînd o scobitură și gîtul lărgit la partea superioară, gradate pentru umplere. Verificarea tuturor acestora se face tot conform Instrucțiunilor 34-65.

Cilindri gradați: cilindri de sticlă gradați, folosiți în laboratoare, farmacii și în industrie, la măsurarea aproximativă a cantităților relativ mici de lichide. Pot fi: cilindri gradați cu cioc (fig. 115) și cilindri gradați cu dop șlefuit (fig. 116).

Scanned with OKEN Scanner

Sînt gradaţi fie pentru umplere (în care caz poartă inscripţia U), fie pentru golire (în care caz poartă inscripţia G). Se fac pentru următoarele capacităţi: 5; 10; 25; 50; 100; 250; 500; 1 000 şi 2 000 cm³ (respectiv ml).

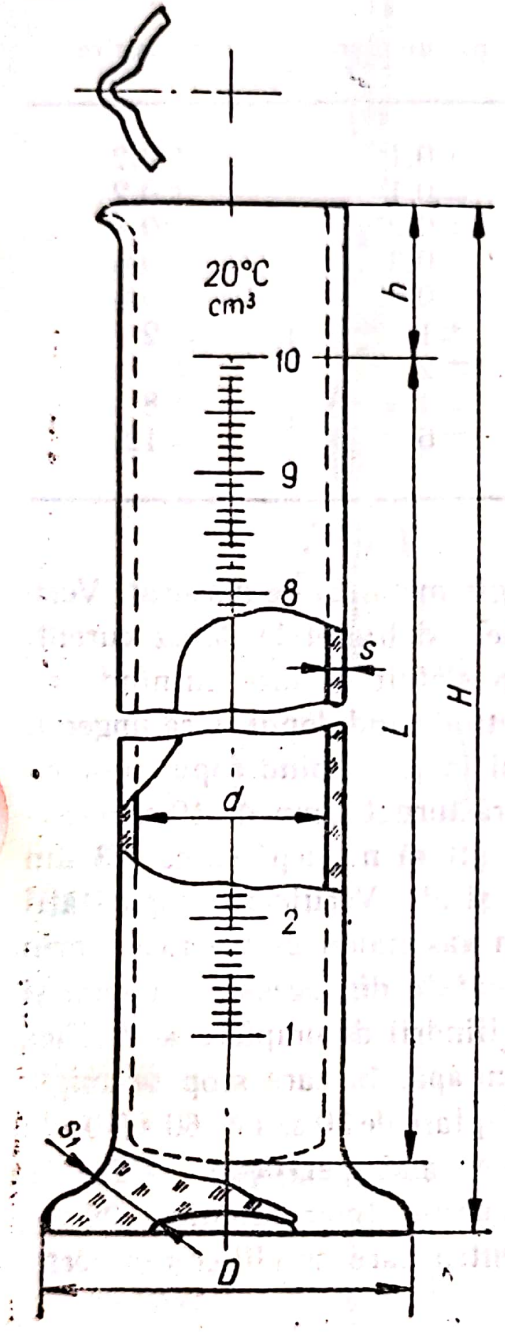


Fig. 115. Cilindru gradat cu cioc.

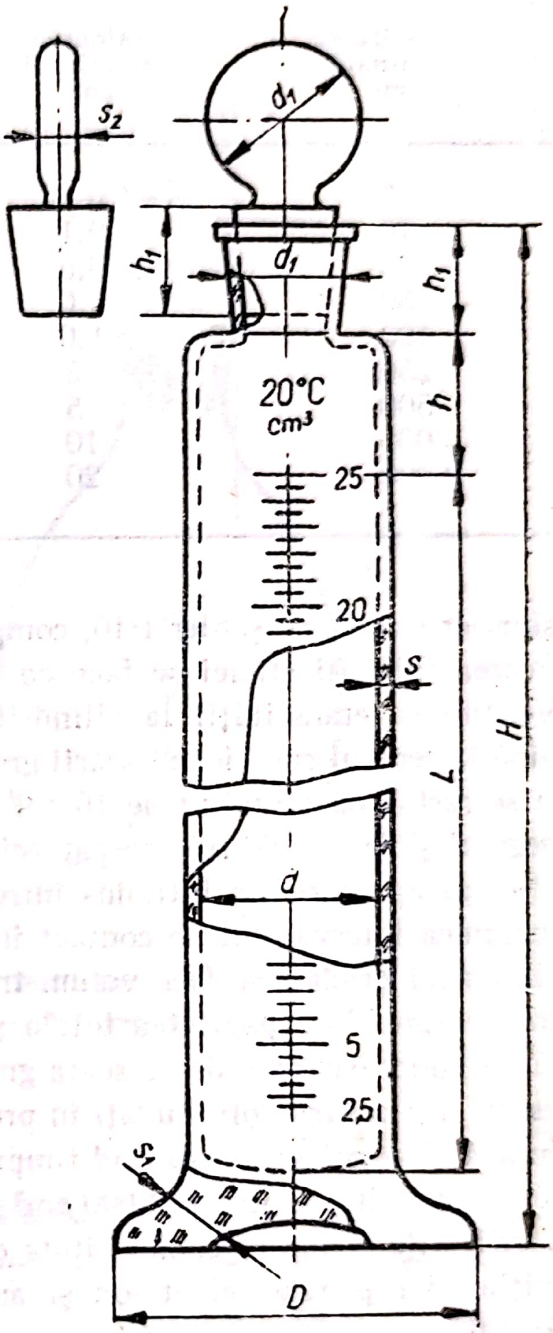


Fig. 116. Cilindru gradat cu dop şlefuit.

Erorile tolerate sînt indicate în tabela 93.

Aşezat pe o suprafaţă orizontală, cilindrul trebuie să fie perfect stabil în care scop se permite şlefuirea bazei. Diferenţa între două generatoare diametral opuse trebuie să fie de maximum 1% din înălţimea totală *H*. Ciocul trebuie să fie în partea stîngă a scării gradate. Verificarea dimen-

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 93

Erorile tolerate la cilindri gradaţi

Capacitatea nominală cm³	Valoarea diviziunii cm³	Erori tolerate, în cm³	
		c. p. umplere	c.p. golire
5	0,1	+0,1	±0,2
10	0,1	±0,1	±0,2
25	0,5	±0,2	±0,4
50	1,0	±0,3	±0,6
100	1,0	±0,4	±0,8
250	5	±1	±2
500	5	±2	±4
1 000	10	±4	±8
2 000	20	±6	±12

siunilor se face cu şubler 1/10, compas şi riglă metalică de măsurat. Verificarea calităţii sticlei se face ca la pipetele şi biuretele de uz curent. Verificarea etanşeităţii la cilindrii cu dop şlefuit se face turnînd apă pînă la reperul superior al scării gradate, introducînd dopul (fără ungere), şi se răstoarnă cilindrul de 10 ori cu dopul în jos, ţinînd dopul uşor cu degetul şi lăsînd de fiecare dată cilindrul răsturnat timp de 10 s, observînd ca apa care s-a introdus între dop şi gît să nu depăşească 1/3 din lungimea intervalului de contact între dop şi gît. Verificarea capacităţii cilindrilor gradaţi se face volumetric cu un vas-etalon de verificare prin transvazare, la capacitatea totală şi la jumătate din aceasta, precum şi la un punct oarecare de pe scara gradată. Cilindrii de umplere se verifică uscaţi, cei pentru golire udaţi în prealabil cu apă, în care scop se umplu cu apă şi se golesc, respectînd timpul de aşteptare de 30 sau de 60 s (30 s la cei cu capacitatea pînă la 1 000 cm³ şi 60 s la cei mai mari decît 1 000 cm³) Verificările se fac în conformitate cu prevederile Instrucţiunilor 39-65, iniţial, iar pentru cei etalon şi anual (pentru care se eliberează certificate).

Picnometre: recipiente de sticlă de capacităţi anumite, folosite la determinarea, prin cîntărire, a densităţii substanţelor lichide sau solide. Pot fi cu termometru (fig. 117, *a*) şi fără termometru (fig. 117, *b*), forma fiind sferică, cilindrică, conică sau ovoidală. După modul de delimitare a capacităţii, se împart în: picnometre cu delimitarea prin dop cu termometru, prin dop cu sau fără termometru, în care caz au sudat un tub capilar lateral, (caz care trebuie evitat), prin marginea superioară a unui capilar care străbate dopul, printr-un reper trasat pe gîtul picno

Scanned with OKEN Scanner

metrului. Se fac pentru capacitatea de 2; 5; ; 10; 25; 50; 100; 150, 200 şi 250 cm³ (respectiv ml). Erorile tolerate la capacitate sînt indicate în tabela 94.

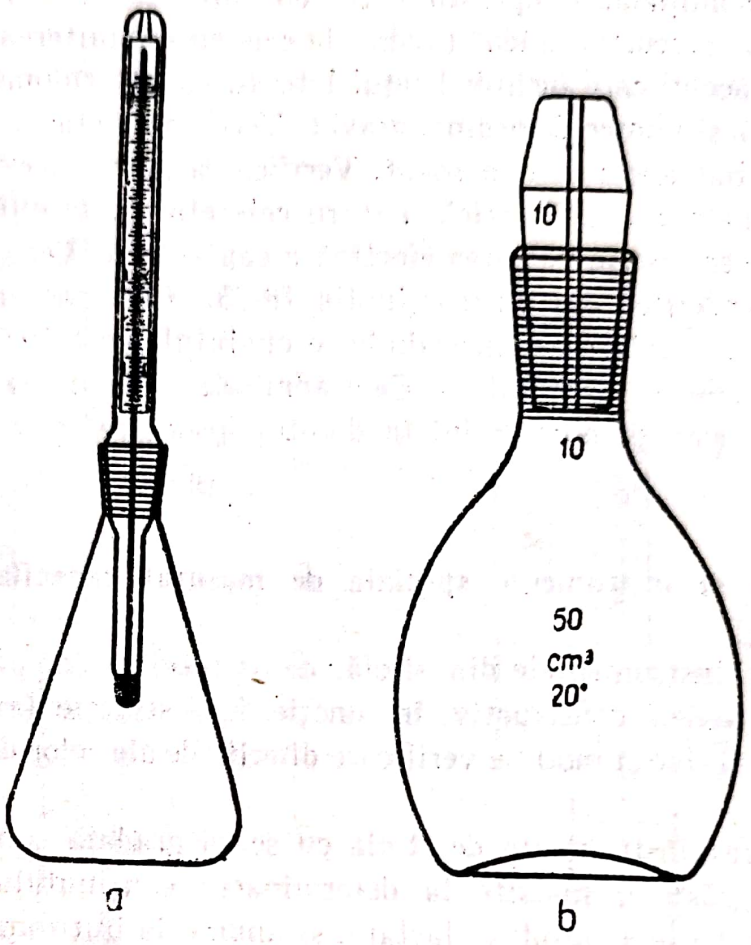


Fig. 117. Picnometre:
a — cu termometru; *b* — fără termometru.

Tabela 94

Erorile tolerate la picnometrele supuse verificării

Capacitatea nominală cm³	2	5	10	25	50
Eroarea tolerată cm³	±0,004	±0,005	±0,006	±0,007	±0,010

Capacitatea nominală cm³	100	150	200	250
Eroarea tolerată cm³	±0,015	±0,020	±0,025	±0,030

Scanned with OKEN Scanner

Picnometrele fără delimitarea capacității nu sînt supuse verificării obligatorii.

Inscripții: emblema producătorului, numărul de fabricație, capacitatea nominală, temperatura de referință (20°C), denumirea „Picnometru" sau prescurtat „picn" (numai la cele cu delimitarea capacității). Dopul și căpăcelul care închide brațul lateral, ca și termometrul, trebuie să poarte același număr de ordine, gravat. Verificarea etanșeității dopului se face ca la baloanele cu dop rodat. Verificarea și etalonarea capacității se fac prin metoda gravimetrică. Pentru cele etalon, se eliberează certificate în care se înscrie valoarea efectivă a capacității. Verificarea se face conform prevederilor din Instrucțiunile 78-65. Cele care nu corespund prescripțiilor se declasează, înscriindu-se cuvîntul „cca" înainte de capacitatea nominală, sau semnul ~. Cele admise se marchează, marca aplicîndu-se pe corpul picnometrului în dreptul inscripțiilor sau în apropierea lor.

b. Măsuri și instrumente speciale de măsurat capacitatea

Măsurile și instrumentele din sticlă, de uz special, sînt particularizate din punct de vedere constructiv, în funcție de destinație (avînd condiții tehnice constructive și mod de verificare diferite de ale celor de uz general). Distingem:

Butirometre: instrumente de sticlă cu scară gradată convențional în procente de grăsime, folosite la determinarea conținutului procentual de grăsime în lapte și produse lactate, și anume la butirometrele pentru lapte, zer și lapte smîntînit, în conținut de grăsime în grame la 100 cm^3 (cele în uz, la 100 ml) produs analizat și la butirometrele pentru smîntînă și brînză, în conținut de grăsime în grame la 100 g produs analizat. În tabelele 95 și 96 sînt indicate tipurile de butirometre cu caracteristicile lor constructive, iar în fig. 118...124 forma pe care o au.

Din punctul de vedere al utilizării, butirometrele pot fi: butirometre-etalon și butirometre de lucru. Părțile componente sînt: gît (de formă cilindrică cu secțiune circulară, neted sau cu două-trei spire), corp (rezervor de formă cilindrică), tijă (secțiune eliptică sau dreptunghiulară, pe care este trasată scara gradată), cap (în formă de pară). Sticla trebuie să reziste la un șoc termic de 80°C și să se încadreze cel puțin în cl. 3 de stabilitate față de apă (STAS 817-59), iar pentru stabilitatea chimică, prin tratare timp de 3 h la fierbere cu soluție de acid clorhidric 20%,

---

[1]) Se prezintă numai cîteva categorii mai importante, dintre care unele sînt gradate în unități convenționale, ca de exemplu butirometrele (procente în grame) și care nu sînt „măsuri de capacitate propriu-zise, fapt pentru care sînt denumite „instrumente".

Scanned with OKEN Scanner

să nu piardă în greutate mai mult decît 0,7 mg/dm²; prin tratare cu soluţie de hidraţi timp de 3 h la fierbere, să nu piardă mai mult decît 75 mg/dm². Practic trebuie să nu prezinte tensiuni interne (examinată

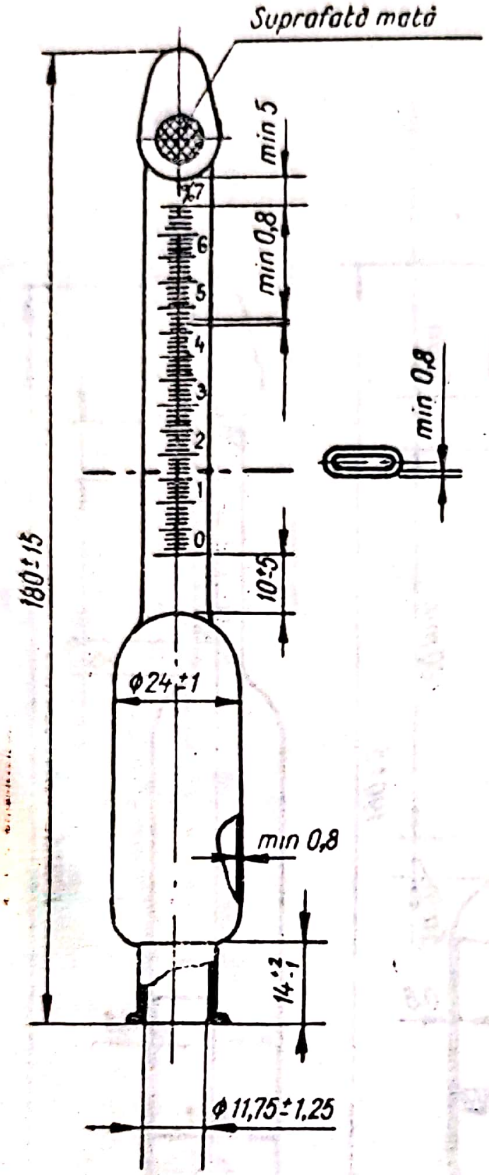


Fig. 118. Butirometru pentru lapte.

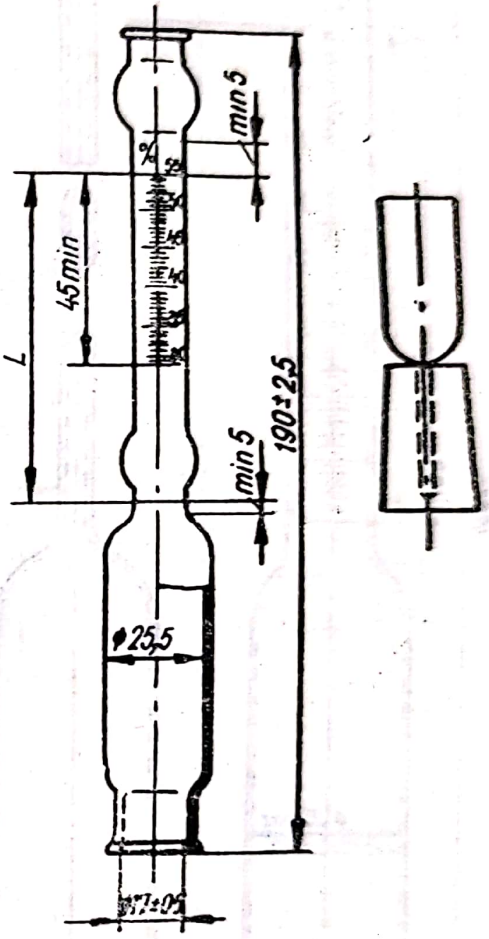


Fig. 119. Butirometru pentru smîntînă.

la polariscop cu o nuanţă de sensibilitate roz-violacee, se admite apariţia culorii violet într-un sens şi portocaliu-roşie în sensul diametral opus). Ovalizarea gîtului: diferenţa dintre diametrul maxim şi minim, maximum 0,5 mm; conicitatea gîtului: maximum 1/10 avînd baza mare la gura butirometrului. Distanţa între două repere consecutive minimum 0,8 mm; grosimea reperelor: maximum 0,20 mm (la cele etalon 0,15 mm), primul şi ultimul putînd fi pînă la 0,4 mm grosime. Indicaţia zero a scării gradate trebuie să fie gravată deasupra primului reper, acesta trebuind să se afle la 10 ± 5 mm de la începutul racordului tijei cu corpul, iar

Scanned with OKEN Scanner

indicația limitei superioare trebuie să fie la 5 mm depărtare de racordul tijei cu capul butirometrului. Inscripții (prin gravare): emblema producătorului, destinația și cantitatea de probă (de exemplu: 5 g brînză), temperatura de referință.

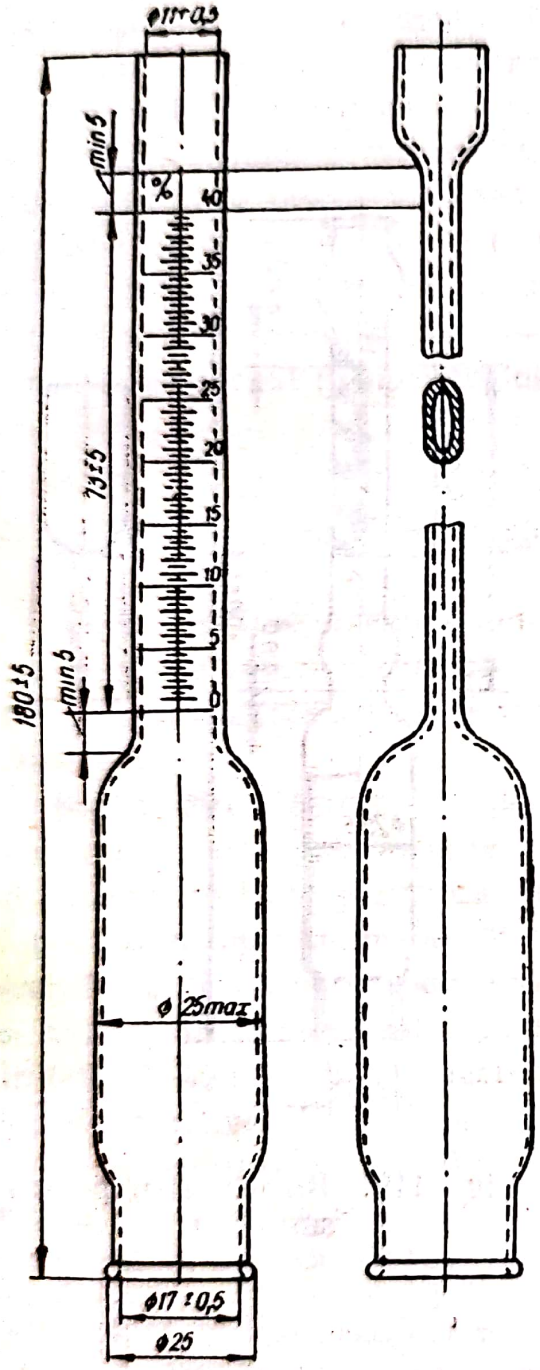


Fig. 120. Butirometru pentru brînză.

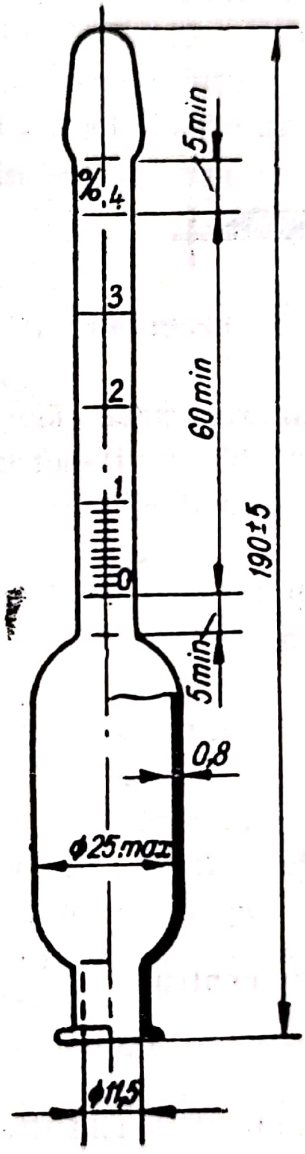


Fig. 121. Butirometru pentru zer.

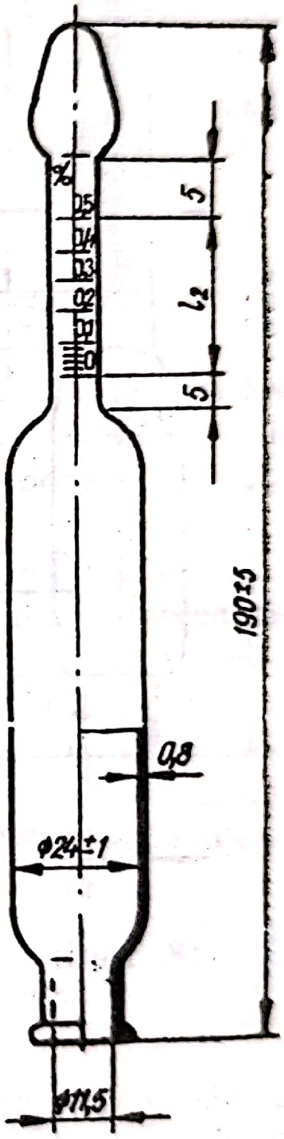


Fig. 122. Butirometru pentru lapte smîntînit.

Verificarea justeței indicațiilor scării gradate se poate face prin: metoda gravimetrică cu mercur, metoda volumetrică cu mercur, metoda volumetrică cu apă (numai la butirometrele Koehler), metoda compara-

Scanned with OKEN Scanner

ției cu butirometrul-etalon și prin măsurarea cu un mijloc etalon (biuretă sau pipetă-etalon). Marca de verificare se aplică pe corpul butirometrului. Verificarea se face potrivit prescripțiilor din instrucțiuni ini-

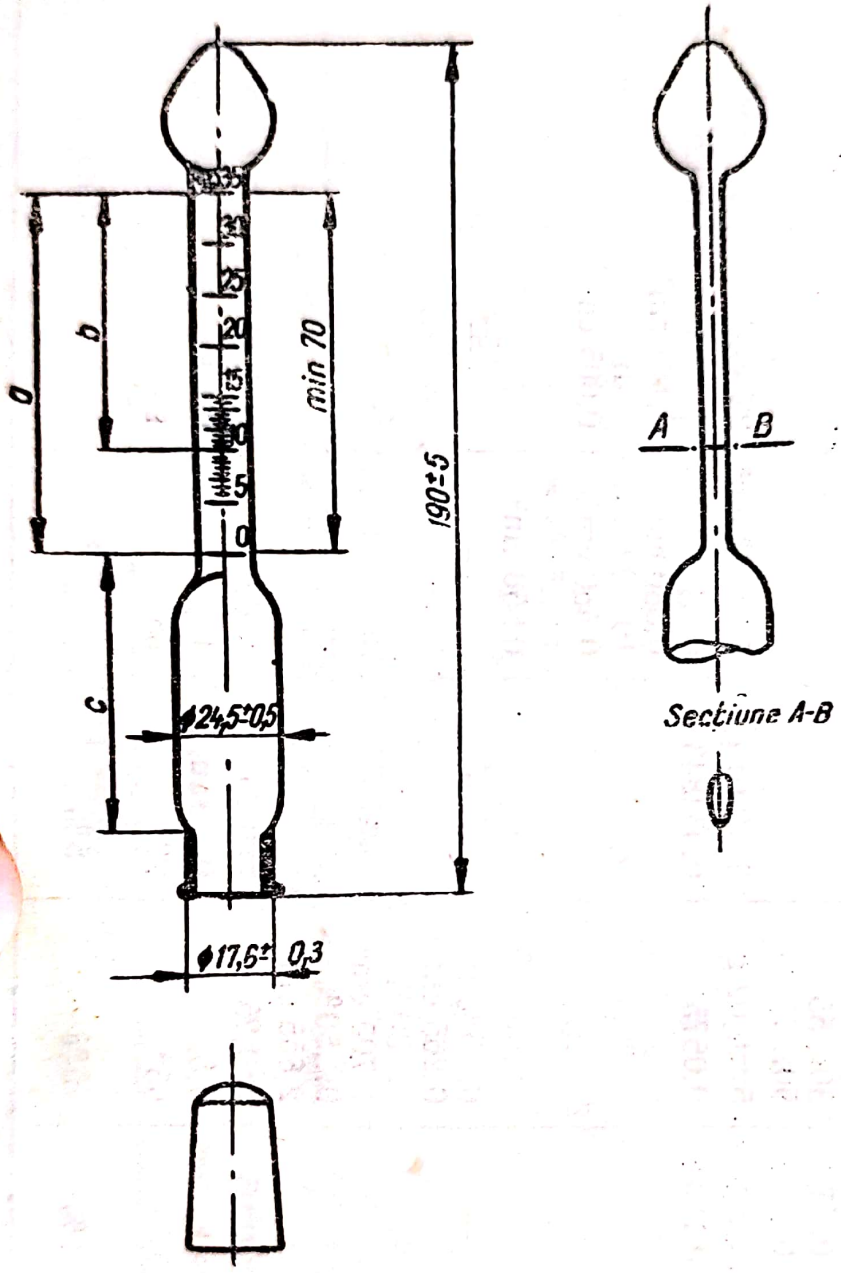


Fig. 123. Butirometru pentru lapte praf.

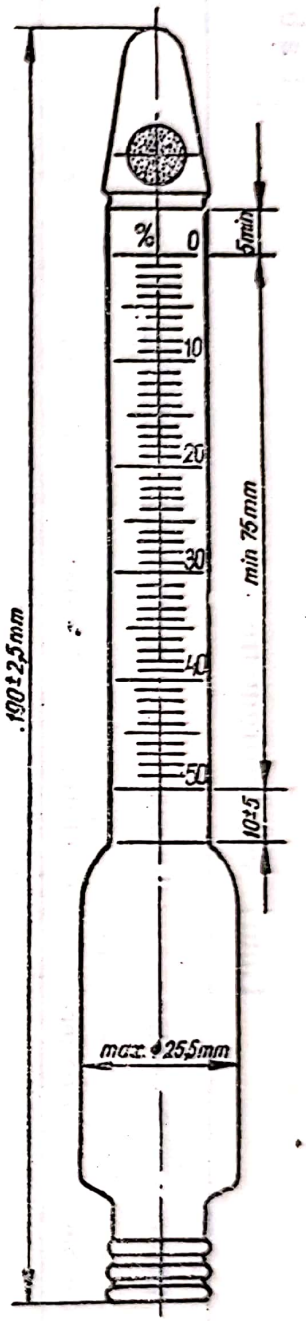


Fig. 124. Butirometru tip Koehler.

țial și periodic la doi ani, (pentru cele etalon, anual, pentru care se eliberează certificate de etalonare).

Seringi medicinale: instrumente utilizate în practica medicinei umane și veterinare pentru injecții subcutanate, intramusculare și intravenoase de soluții (medicamente, seruri) în cantități determinate. Distingem:

Scanned with OKEN Scanner

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 95

Tipuri de butirometre

Produs de analizat	Lapte	Smîntînă	Brînză	Smîntînă	Lapte smîntînit	Zer şi zară	Lapte praf
Tipul de butirometru	Gerber	Roeder	Van Gulik	Koehler	Siegfeld	Hene	Teichert
Limitele scării %	0...6 0...7 0...8	5...40 30...55 50...75	0...40	0...50	0...0,5	0...4	0...35
Cantitatea analizată	11 cm³	5±0,02 g	3±0,01 g	5±0,02 cm³	22 cm³	11 cm³	2,5 g
Capacitatea unui procent, în cm³	0,125	0,0575	0,033843	0...10% = 0,580 cm³ 10...20% = 0,550 cm³ 40...50% = 0,550 cm³	0...0,5 = 0,125 cm³ 1 div. = 0,005 cm³	0,125	0,02852 0...10% = 0,2772 cm³ 10...35% = 0,7129 cm³
Porţiunea negradată	—	0...5% = 0,265 cm³ 0...30% = 1,705 cm³ 0...50% = 2,855 cm³	—	—	—	—	0...5%
Eroare tolerată %	±0,05	±0,25	±0,25	±0,5	±0,02	±0,025	±0,25
Valoarea diviziunii %	0,1	0,5	0,5 sau 1	1	0,02	0,05 sau 0,1	0,5
Temperatura de gradare	20°	65°	20°	65°	20°	20°	20°
Numerotare	1%	5%	5%	10%	0,1%	0,5% sau 1%	5%

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 96

Dimensiunile butirometrelor

Produs de analizat	Simbol	Lapte	Smîntînă	Brînză	Smîntînă	Lapte smîntînit	Zer şi zară	Lapte praf
Tipul de butirometru		Gerber	Roeder	Van Gulik	Koehler	Siegfeld	Kehe	Teichert
Lungimea totală, mm	l	180±15	190±2,5	180±5	190±2,5	190±5	190±5	190±5
Diametrul corpului, mm	d_2	24±1	max.25,5	max.25	max.25,5	24±1	max.25	24,5±0,5
Diametrul gîtului mm	d_1	11,75±1,25	17±0,5	17±0,5	—	12±0,5	11...11,5	17±0,5
Înălţimea gîtului, mm	l_3	14±1	15±1	14±1	—	14±1,5	14±1	16±1
Distanţa dintre 2 repere mm		min.0,8	min. 0,8	min.0,8	min.1,5	min. 0,8	min.0,8	min.1
Grosimea reperelor		0,2 mm	0,2 mm	0,2 mm	0,2 mm	max.0,15	0,15	0,2
Lungimea reperelor mici, min.		3 mm	3 mm	3 mm	3 mm	2,5 mm	2 mm	3 mm
Grosimea pereţilor, mm	s	min. 0,8	min. 0,8	min.0,8	min. 0,8	min.0,8	min. 0,8	min. 0,8
Lungimea părţii gradate mm	l_2		60 45 45	73±5	min. 75	—	60 mm	min. 70
Capacitatea corpului, cm³		21±0,5	21±0,5	21±0,5	min.19	—	—	
Capacitatea părţii utile		22±0,5	—	24±0,5 cu gît	—	43±0,5	—	19,3±0,5
Capacitatea capului		2 ± 1	—	—	—	2±0,5	—	—

— *seringi medicinale tip Record* (fig. 125) compuse din: corp cilindric format dintr-un tub de sticlă *1* gradat în exterior în centimetri cubi (respectiv în mililitri la cele în uz în R.S.R.), avînd la capete garni-

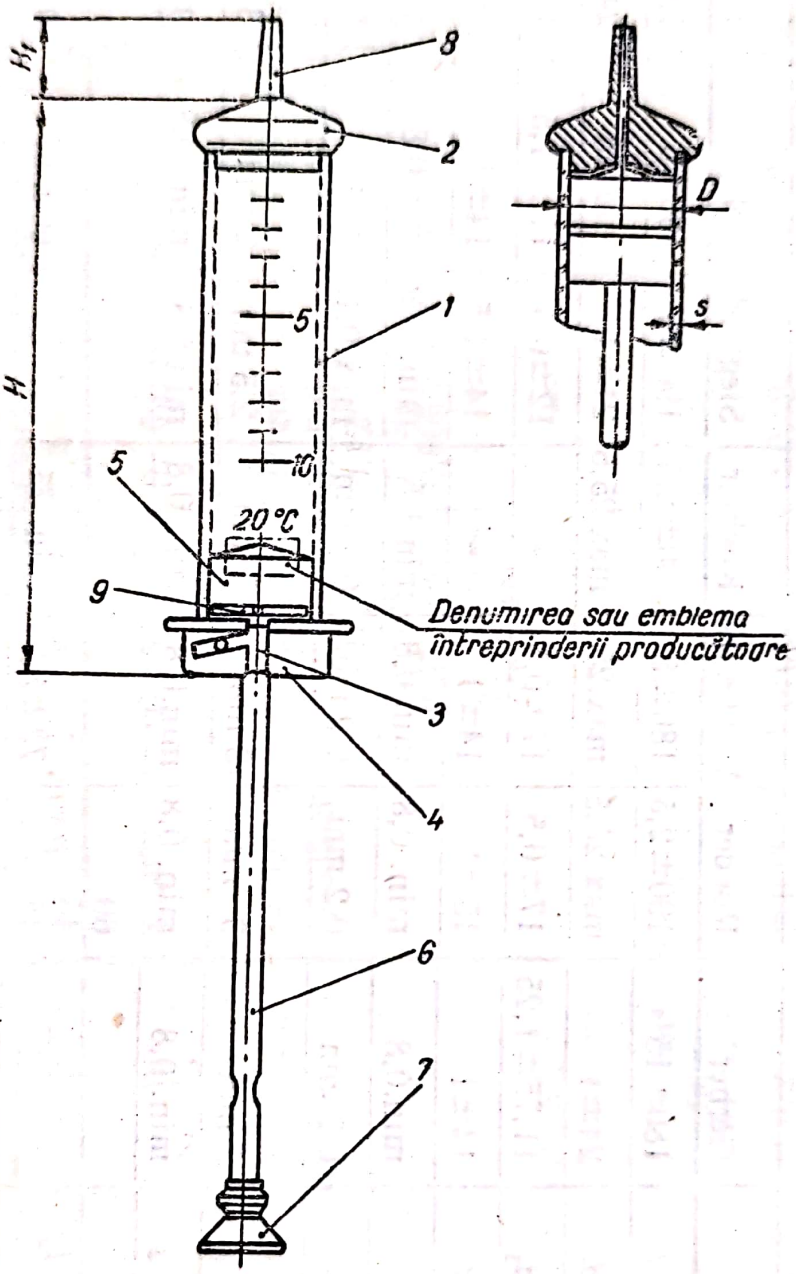


Fig. 125. Seringă medicinală tip Record.

turile metalice *2* şi *3* dintre care una se închide cu un capac demontabil *4*, iar cealaltă este prelungită printr-un tub cu conicitate *8* pentru fixarea acului, şi dintr-un piston metalic *5*, a cărui tijă *6* este prevăzută la capăt cu un buton plat *7*. Capacul metalic *4* are o crestătură metalică radială (pentru tija pistonului) şi două crestături transversale (pentru prinderea de cepurile garniturii metalice). La seringile cu capacitatea de 0,5: 1; şi 2 cm³, capacul are numai o singură crestătură transversală, întrucît garnitura metalică are un singur cep. Pe suprafaţa laterală a pistonului

Scanned with OKEN Scanner

este săpat un şanţ circular în care se află un inel de sîrmă *9* care presează uşor suprafaţa interioară a tubului de sticlă. Capacitatea nominală a unei diviziuni şi eroarea tolerată sînt indicate în tabela 97.

Tabela 97

Capacitatea nominală cm³	Valoarea diviziunii cm³	Eroarea tolerată cm³
0,5	0,02	±0,01
	0,05	±0,025
1	0,05	0,025
	0,1	0,05
2	0,1	±0,05
	0,2	±0,1
5	0,2	±0,1
	0,5	±0,25
10	0,5	±0,25
	1,0	±0,5
20	1,0	±0,5
	2,0	±1,0

Erorile tolerate sînt valabile pentru capacitatea totală sau pentru o parte din ea.

Sticla trebuie să reziste la un şoc termic de 80°C. Scara gradată trebuie să ocupe cel puţin 40% şi cel mult 70% din înălţimea tubului de sticlă. Scara gradată are unul dintre aspectele din fig. 126. Grosimea reperelor trebuie să fie de cel mult 0,2 mm la seringile gradate în 0,05 şi 0,1 cm³ şi de 0,3 mm la celelalte.

Etanşeitatea se consideră bună cînd sub acţiunea pistonului încărcat cu sarcinile indicate în tabela 98 nu se produc pierderi de apă la garnituri şi cantitatea infiltrată între piston şi corpul cilindrului nu depă-

Tabela 98

Condiţiile de etanşeitate

Capacitatea seringii cm³	Sarcina pe piston kgf	Durata de aplicare a sarcinii s	Cantitatea infiltrată maximum cm³.
0,5	1,2	30	0,05
1	1,5	30	0,1
2	2,5	30	0,1
5	3	30	0,5
10	3	30	0,5
20	4	60	0,5

Scanned with OKEN Scanner

şeşte valorile indicate în tabela 98. Alte condiţii şi detalii constructive se găsesc în STAS 5346-56 seringă tip Record şi STAS 5347-56 tub de sticlă pentru seringă tip Record. Verificarea se face potrivit Instrucţiunilor 6-65, numai iniţial;

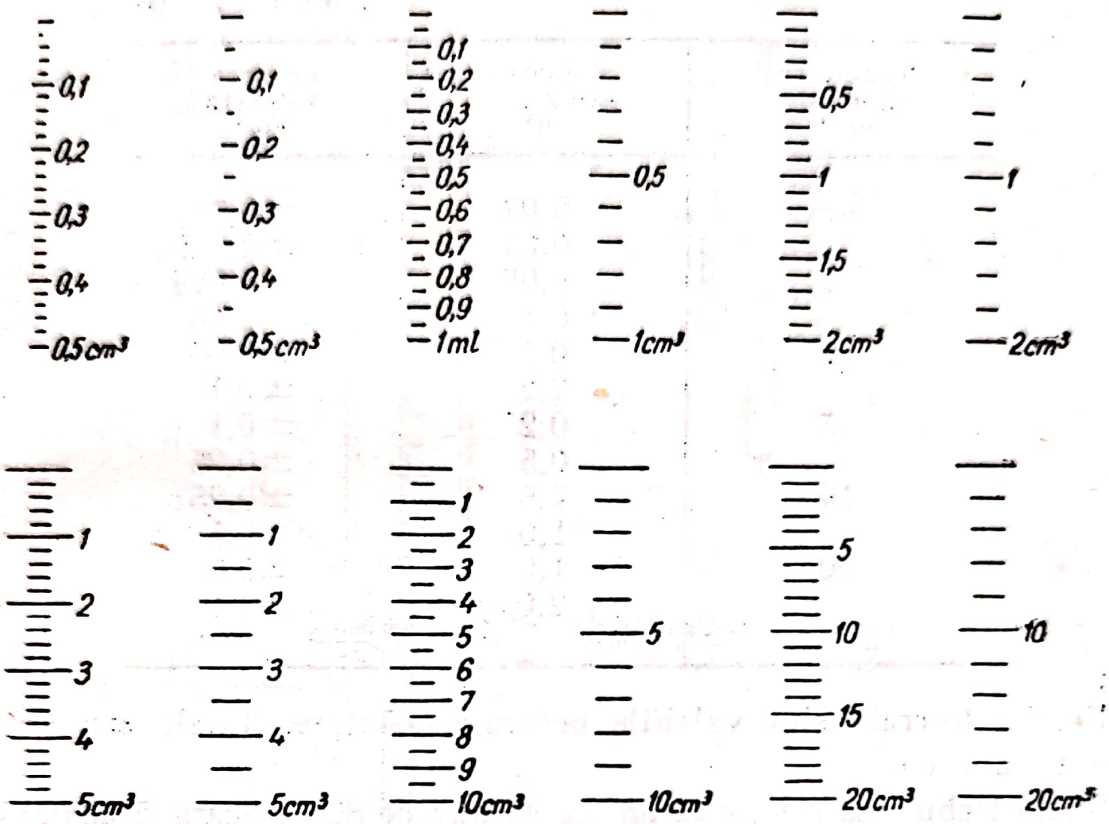


Fig. 126. Aspectul scărilor gradate la seringi Record.

— *seringi medicinale de tip Luer*, care au forma reprezentată în fig. 127. Se construiesc pentru capacităţile de 1, 2, 5, 10 şi 20 cm³. Scara gradată are unul dintre aspectele din fig. 128. Verificările se execută potrivit Instrucţiunilor 11-55.

Fiole gradate, în formă de pară, pentru centrifugă (fig. 129), sînt utilizate la determinarea informativă a conţinutului de apă şi a impurităţilor (mecanice) la produsele petroliere. Au corpul *1* în formă de pară, prevăzut cu un gît cilindric *2* cu guler, iar la partea conică racordat un tub cilindric *3*. Pe corp şi tub se află scara gradată care este echidistantă numai pe tub. Capacitatea totală: 125 cm³ (cca), iar capacitatea utilă de la fundul tubului cilindric pînă la ultima diviziune a scării gradate, 100 cm³. Verificarea capacităţii se face volumetric cu apă, cu o microbiuretă-etalon de 3 cm³, pentru reperele 0,1; 0,2; 0,5; 1 şi 3 cm³ şi cu o biuretă-etalon pentru reprele 25; 50 şi 100 cm³. Erorile tolerate sînt indicate în tabela 99.

Verificările se fac numai iniţial (fabricaţie sau import) în conformitate cu prevederile din Instrucţiunile 17-65.

Scanned with OKEN Scanner

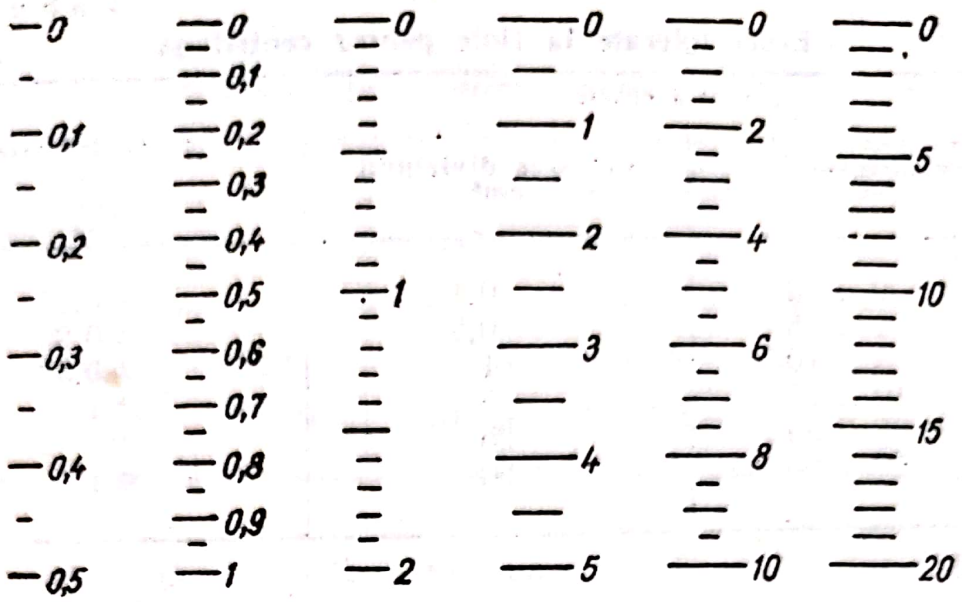


Fig. 127. Seringă medicinală tip Luer.

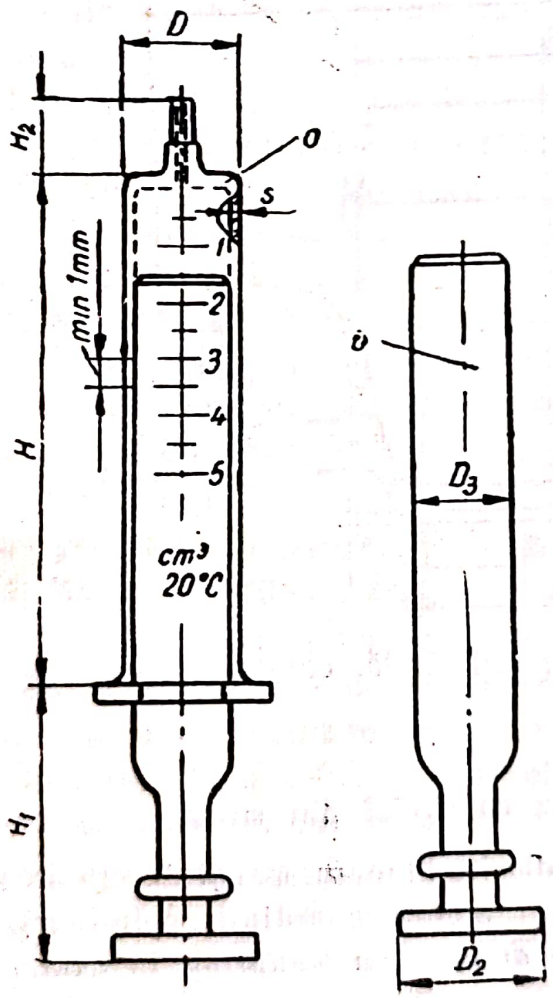


Fig. 128. Aspectul scărilor gradate la seringi Luer.

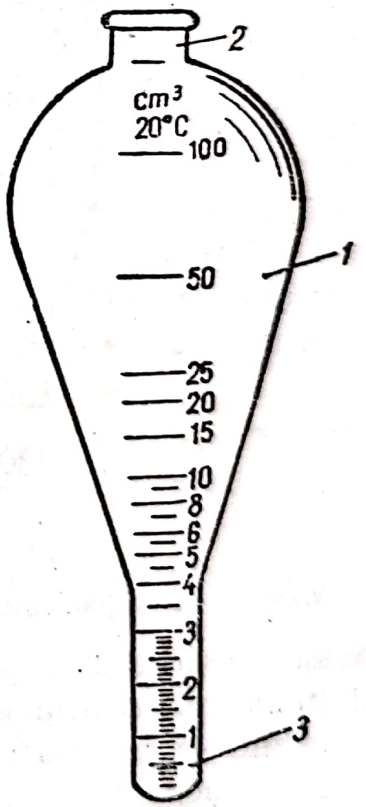


Fig. 129. Fiolă gradată în formă de pară, pentru centrifugă.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 99

Erori tolerate la fiole pentru centrifugă

Gradația scării		Erori tolerate cm³
Pe intervalul cm³	Valoarea diviziunii cm³	
0... 3	0,1	±0,05
3... 5	0,5	±0,20
5... 10	1	±0,50
10... 25	5	±1
25... 50	25	±1
50...100	50	±1

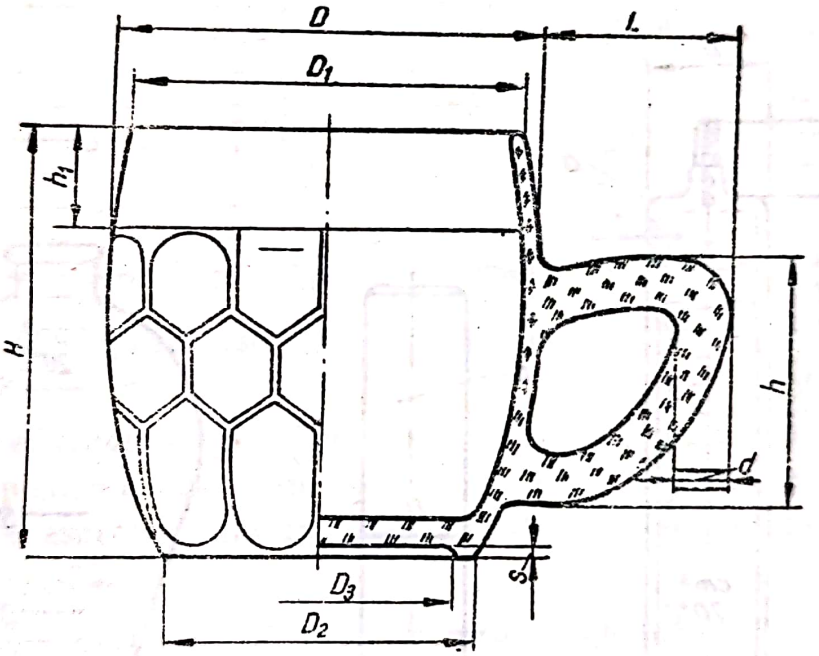


Fig. 130. Cană din sticlă, cotată.

c. Măsuri de capacitate de uz comercial din sticlă

Aceste măsuri sînt recipiente folosite la măsurarea și distribuirea unor cantități anumite de lichide (băuturi, uleiuri comestibile, petrol etc). Sînt:

— *măsuri de capacitate pentru distribuirea băuturilor în localurile de consum*, și anume:

— căni din sticlă cotate, de 300 ml (țapi) și de 500 ml (halbe), care au aspectul din fig. 130 și datele constructive din tabela 100, iar erorile tolerate în tabela 101.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 100

Dimensiunile cănilor cotate

Capacitatea nominală ml	Greutate g	Dimensiuni în mm				
		D	D_1	H	$h_{min.}$	L
300 (țapi)	430±45	97±5	90±5	100±5	23	42±5
500 (halbe)	650±65	110±5	103±5	120±5	27	45±5

Ovalizarea gurii nu trebuie să depășească 4% din diametru. Diferența de înălțime la aceeași cană nu trebuie să depășească 2 cm. Înălțimea dungii de închidere a formei trebuie să fie de maximum 1 mm. Marginea gurii trebuie să fie netedă (prin topire). Toarta trebuie să fie într-un plan vertical care trece prin axa cănii și să fie bine șlefuită. Reperul de delimitare a capacității trebuie să fie trasat prin roadere. Inscripții: emblema întreprinderii producătoare și STAS 2639-54 (aceastea în relief, pe fund), și capacitatea nominală și unitatea de măsură (acestea pe corp, lateral). Verificarea dimensiunilor se face cu șublerul 1/10 și o riglă gradată. Sticla trebuie să reziste la șoc termic (de la 15 pînă la 60°C și apoi de la 60 pînă la 25°C), să corespundă clasei 4 de stabilitate chimică (STAS 817—65), calității standardizate (STAS 2639—65, și STAS 1334-54) și să nu aibă tensiuni interne (examinată la polariscop nu trebuie să prezinte decît variații slabe de culoare față de violetul inițial). Verificarea capacității se face prin transvazare, cu măsurietalon de verificare. Se verifică inițial (fabricație) potrivit prescripțiilor din Instrucțiunile 143-59 pentru verificarea măsurilor de capacitate de uz comercial, din sticlă. Marca de verificare se aplică pe corpul măsurii;

— p a h a r e c o t a t e se fac pentru capacitățile de: 20; 50; 100; 200; 300 și 500 ml (cele de 300 și 500 ml se folosesc numai pentru distribuirea berii). Se admit în același scop și pahare de 250 ml, cu condiția să aibă forma total diferită de a celor de 300 ml). Erorile tolerate la capacitatea nominală sînt indicate în tabela 101.

Verificarea capacității se face fie cu măsură-etalon din sticlă, fie cu pipetă-etalon de aceeași capacitate cu măsura ce se verifică. În prealabil, se udă pereții prin umplerea cu apă și se scurge în 30 s. Se pot utiliza și instalații-etalon (vezi la Metode). Pentru paharele de 20 și 50 ml se poate folosi și biureta de 50 și 100 ml cl. 1 de precizie. Verificările se fac inițial (la fabricație), conform prevederilor din Instrucțiunile 143-59. Marca se aplică pe corpul paharului;

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 101

Erori tolerate la capacitate pentru pahare şi căni cotate

Capacitatea nominală ml	Erori tolerate ml
20	± 1
50	± 3
100	± 4
200	± 5
300	± 5
500	±10

— b u t e l i i d i n s t i c l ă c o t a t e se fac pentru capacităţile: 50; 100; 250; 500 şi 1 000 ml. Se execută fie pentru distribuire (în localuri), fie pentru închidere prin capsulare sau prin dop. (Pentru alcool, numai de 250; 500 şi 1 000 ml, pentru închidere prin capsulare; pentru ape minerale, numai de 500 şi 1 000 ml, pentru închidere prin capsulare). Gura buteliilor pentru capsulare (alcool, ape minerale) trebuie să corespundă STAS 4887-55, iar a buteliilor pentru închidere cu dop, STAS 2861-55. Grosimea pereţilor pentru cele de alcool trebuie să corespundă STAS 4387-55, a celor pentru ape minerale STAS 4386-55, iar a celor pentru închidere cu dop, STAS 2861-55.

Dunga de îmbinare a buteliilor trebuie să fie de maximum 1 mm, diferenţa între două diametre perpendiculare la gură trebuie să fie de maximum 0,5 mm. Trebuie să reziste la presiune, şi anume minimum 10 kgf/cm² cele de 250 ml; minimum 8 kgf/cm² cele de 500 ml şi minimum 6 kgf/cm² cele de 1 000 ml. Reperul la buteliile închise prin capsulare sau prin dop trebuie să fie în relief. Erorile tolerate la capacitatea buteliilor sînt indicate în tabela 102 pentru cele de distribuit în localuri şi în tabela 103 pentru cele capsulate sau înfundate cu dop.

I n s c r p ţ i i: a) la buteliile de sticlă cotate pentru distribuit băuturi în localuri, în relief, pe fund, emblema întreprinderii producătoare şi „STAS 2638-54“, iar lateral, capacitatea nominală şi unitatea de măsură, sub reperul capacităţii nominale; b) la cele capsulate sau înfundate cu dop: în relief, pe fund, emblema întreprinderii producătoare, capacitatea nominală şi unitatea de măsură, standardul (sau norma internă, dacă nu sînt standardizate). Pentru cele fabricate cu maşină automată (de exemplu Roirant), inscripţiile vor fi pe partea laterală, jos. Buteliile folosite la distribuirea băuturilor în localuri se verifică bucată cu bucată. Celelalte, prin sondaj pe bază de mostre reprezentative, conform STAS 3160-52, şi anume: un lot trebuie să cuprindă cel puţin

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 102

Erori tolerate la buteliile cotate pentru distribuire în localuri

Capacitatea nominală ml	Erorile tolerate ml
50	±0,5
100	±1
250	±1
500	±2
1000	±3

Tabela 103

Erorile tolerate la buteliile capsulate sau cu dop

Capacitatea nominală ml	Erorile tolerate ml
250	± 5
500	±10
1 000	±20

5 000 bucăţi şi cel mult 100 000 bucăţi. Se ia din lot, la întîmplare, 280 de butelii care reprezintă prima mostră şi se verifică bucată cu bucată. Dacă toate au corespuns, întregul lot este admis. Dacă numărul celor necorespunzătoare este mai mare de 2, atunci lotul este respins. În cazul că cel mult 2 bucăţi din prima mostră nu au corespuns, se ia din lot încă 320 de butelii, care constituie a doua mostră (suplimentară) care se verifică la fel cu prima, bucată cu bucată. Dacă numărul celor necorespunzătoare din prima mostră adunat cu al celor necorespunzătoare din a doua mostră nu depăşeşte numărul de 2, întregul lot este admis; dacă îl depăşeşte, este respins. Verificările se fac cu măsura-etalon din sticlă sau cu pipeta-etalon, prin transvazare. Marca de verificare (la cele pentru distribuit în localuri) se aplică pe corpul măsurii. Verificările se fac iniţial, conform prevederilor din Instrucţiunile 143-59.

d. **Măsuri de capacitate metalice pentru lichide**

Sînt de patru tipuri: tip A (fig. 131), tip B (fig. 132), tip C (fig. 133), tip D (fig. 134). În tabela 104 sînt indicate capacitatea şi destinaţia tipurilor de măsuri metalice.

Scanned with OKEN Scanner

Scanned with OKEN Scanner

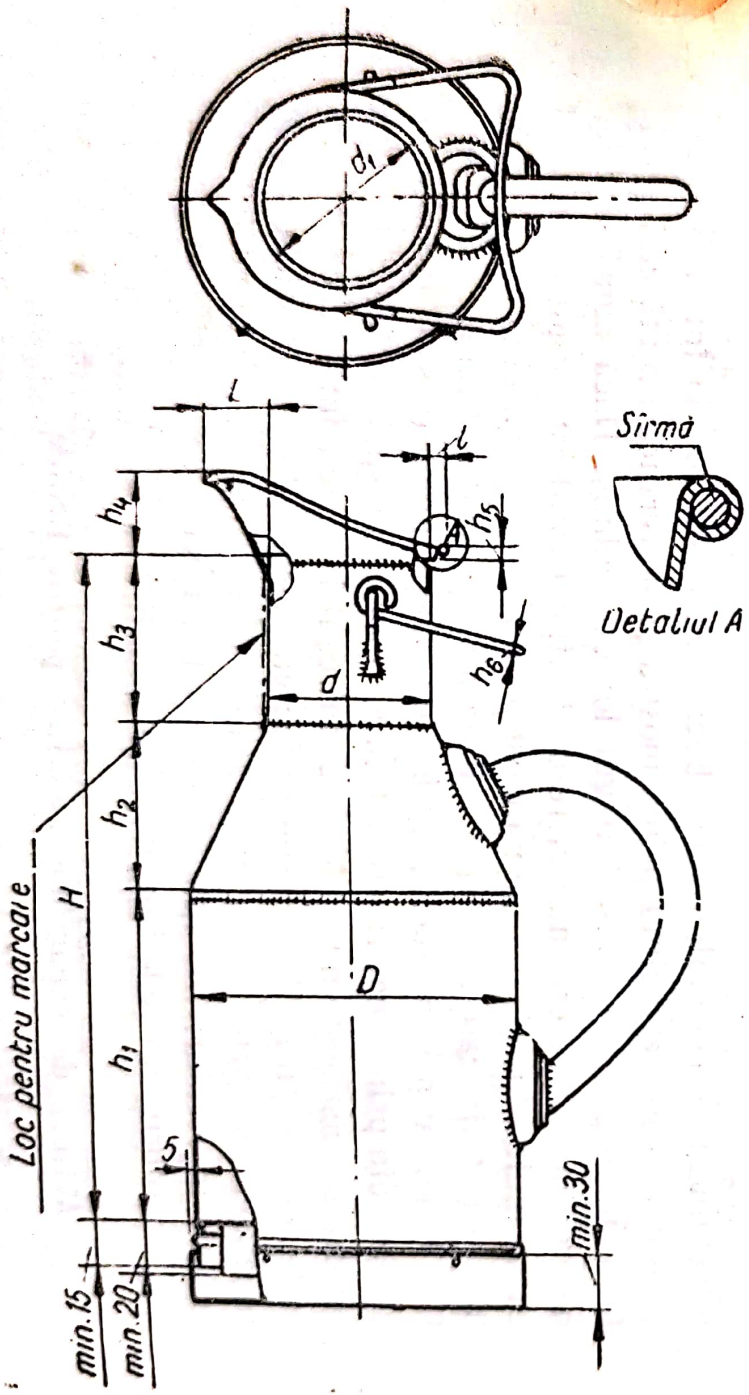


Fig. 131. Măsură metalică tip A.

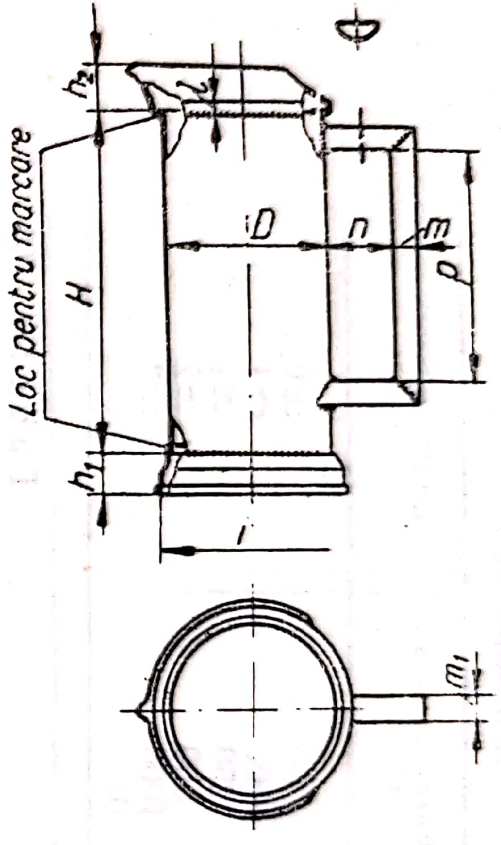
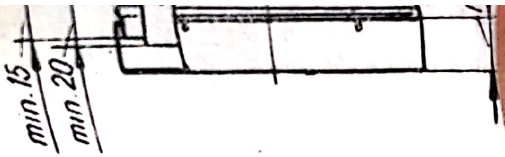


Fig. 132. Măsură metalică tip B.

Scanned with OKEN Scanner



. 131. Măsură metalică tip A.

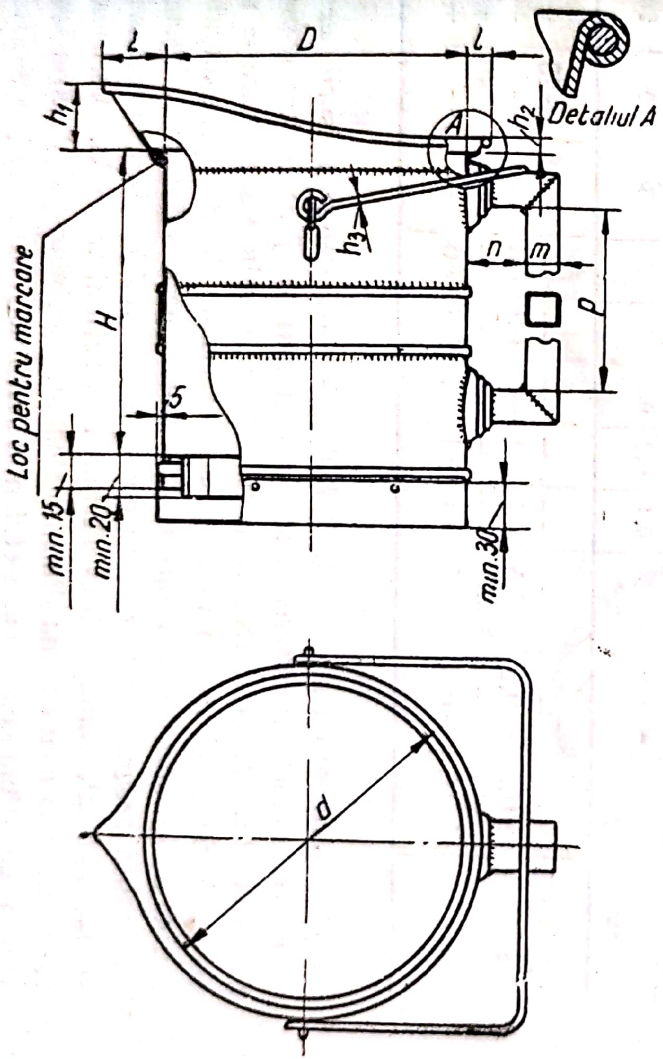


Fig. 133. Măsură metalică tip C.

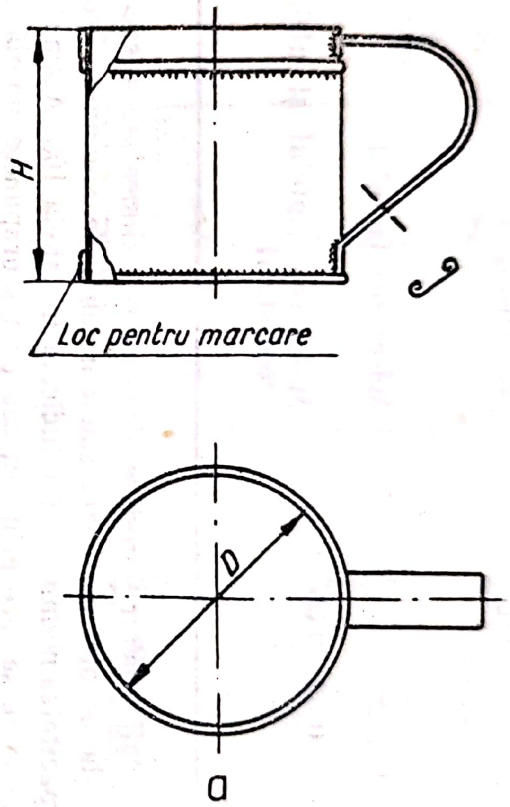


Fig. 134. Măsură metalică tip D.

Tabela 104

Capacitatea şi destinaţia măsurilor metalice

Tipul	Capacitatea litri	Destinaţia
A	5; 10; 20	Măsurarea produselor alcoolice şi petrolifere
B	0,01; 0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5 1; 2	
C	5; 10; 20	Măsurarea laptelui
D	0,01; 0,02; 0,05 0,1; 0,2; 0,5 1; 2	Măsurarea laptelui şi uleiului comestibil

Măsurile metalice pentru produse alcoolice sau alimentare se execută numai din tablă de oţel cositorită sau din tablă de aluminiu. Erorile tolerate la capacitatea nominală sînt indicate în tabela 105. Asamblarea părţilor componente se face prin falţ sau prin suprapunere simplă. Îm-

Tabela 105

Erori tolerate la capacitate, în mililitri

Capacitate litri / Tip	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2	0,5	1	2	5	10	20
A	—	—	—	—	—	—	—	—	+15	+25	+40
B	+0,5	+0,5	+0,5	+1	+1	+2	+3	+6	—	—	—
C	—	—	—	—	—	—	—	—	+25	+40	+50
D	+0,5	+0,5	+0,5	+1	+1	+2	+3	+6	—	—	—

binările se lipesc cu aliaj de lipit (STAS 96-49). Pentru măsurile destinate produselor alimentare se foloseşte numai aliaj de cositor (Lp 90, STAS 96-49). Măsurile trebuie să fie etanşe. Marginea superioară la măsurile de 5; 10 şi 20 l şi la toate cele executate din tablă de aluminiu sau de oţel cositorită, se întăreşte prin roluire pe sîrmă de oţel. Măsurile din tablă neagră pot fi zincate după asamblare. Verificarea măsurilor se face iniţial, conform prevederilor Instrucţiunilor 25-53. Verificarea capacităţii se face cu una dintre metodele: cu pipeta-etalon, cu măsura-etalon de sticlă, cu măsura-etalon de metal.

Scanned with OKEN Scanner

Măsuri cu plutitor pentru lapte (fig. 135) sînt recipiente metalice folosite pentru măsurarea laptelui la ferme și puncte colectoare, avînd capacitatea de 15 l.

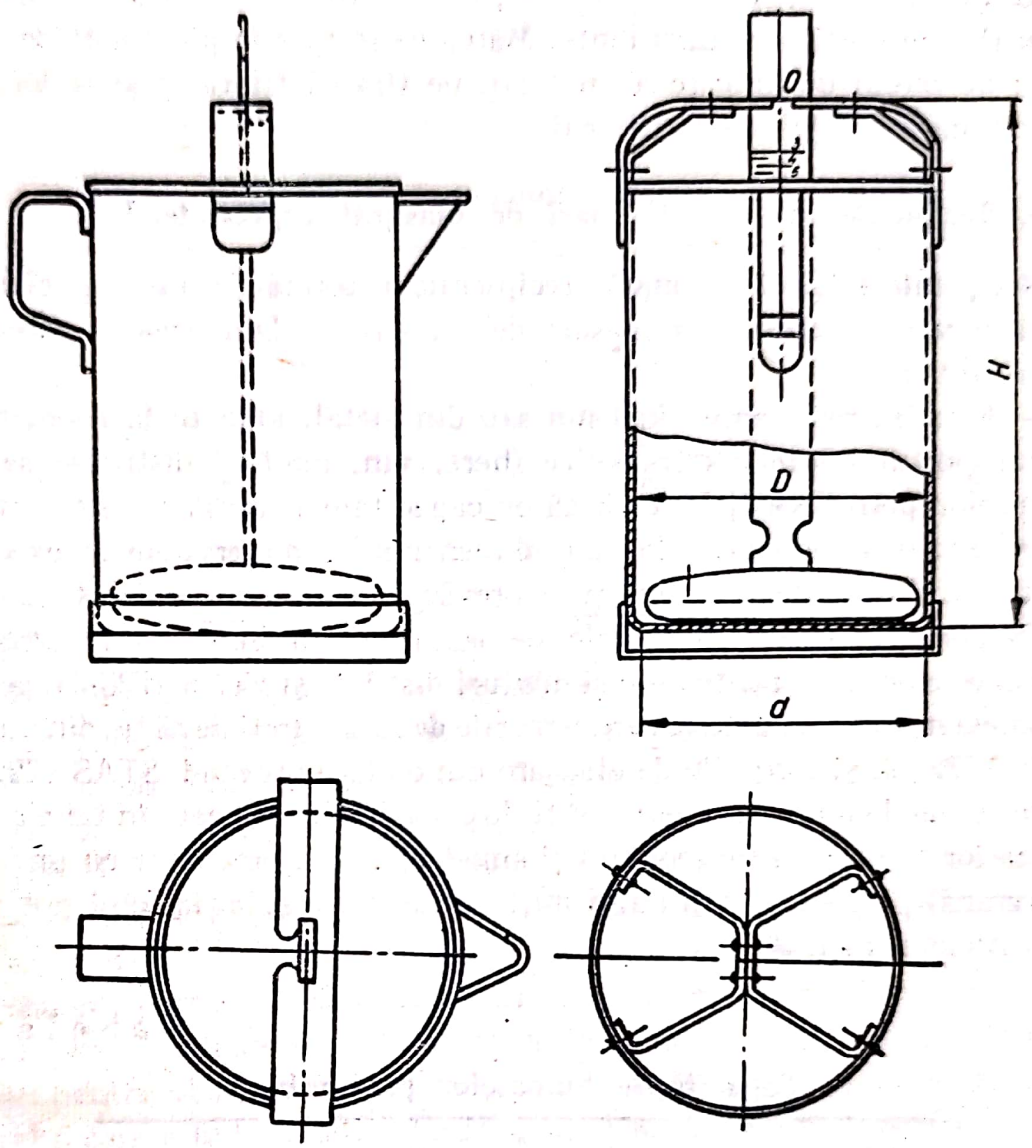


Fig. 135. Măsură cu plutitor pentru lapte.

Au corpul în formă cilindrică și sînt prevăzute la partea superioară cu un cioc pentru turnarea laptelui și cu o toartă prevăzută în partea plată cu o tăietură de formă de T prin care trece tija plutitorului. Plutitorul este format din două calote sferice suprapuse, străbătute de tija pe care este gravată scara gradată în diviziuni de 0,5 l, începînd de la 3 l în sus (partea pînă la 3 l nu se gradează). Numerotarea reperelor care indică litri se face deasupra acestora. Aliajul de lipit: Lp 90, STAS 96-49 pentru produsele alimentare. Inscripții: a) pe corp: emblema întreprinderii producătoare, capacitatea, unitatea de măsură, numărul de fabricație și greutatea plutitorului (numai pe tijă); b) pe toarta măsurii: „Citirea se face în dreptul toartei" (indicîndu-se cu o săgeată locul citirii).

Scanned with OKEN Scanner

Verificarea se face ca la măsurile metalice pentru lichide. Eroarea tolerată la capacitatea totală, cît şi pe toată scara gradată, este de 75 ml, capacitatea minimă măsurată fiind 3 l. Verificările se fac iniţial şi anual, în conformitate cu prevederile Instrucţiunilor 163-61 pentru verificarea măsurilor cu plutitor pentru lapte. Marcarea se face la picăturile de aliaj puse: pe cercul de întărire al măsurii, pe tija plutitorului şi la locurile de îmbinare a tijei cu plutitorul.

e. Recipiente mijlocii şi mari de măsurat capacitatea [1])

Recipiente mijlocii şi mari: recipiente în formă de butoaie, cisterne sau rezervoare, servind ca măsuri de capacitate. Din această categorie se prezintă:

— *butoaie*: recipiente din lemn sau din metal, folosite la depozitarea şi transportul băuturilor alcoolice (bere, vin, băuturi distilate) sau al produselor petroliere lichide, a căror capacitate înscrisă pe ele serveşte în tranzacţii şi evidenţe. Forma, dimensiunile, materialele şi execuţia trebuie să îndeplinească condiţiile prevăzute în următoarele standarde: STAS 2683-51 pentru butoaiele de lemn pentru bere, STAS 2684-51 pentru cele de lemn pentru vin şi băuturi distilate şi STAS 2726-51 pentru butoaiele metalice sudate la care cercurile de rulare trebuie să fie din oţel H, STAS 1772-50, şi cercurile de etanşare din oţel semirotund STAS 1722-50. Butoaiele de lemn pentru bere pot fi de capacităţile indicate în tabela 106. Forma lor trebuie să fie regulată şi simetrică. Sînt prevăzute cu un orificiu (vrană) pe partea laterală la mijlocul unei doage iar la fund pot avea un orificiu pentru golire.

Tabela 106

Capacităţile butoaielor pentru bere

Capacitatea nominală l	Capacitatea reală[1]) l
25	25... 27
50	50... 53
100	100...105
150	150...156
200	200...208

Butoaiele pentru vin şi băuturi distilate pot fi de următoarele capacităţi nominale: 350; 400; 450; 500; 550; 600; 700; 800; 900 şi 1 000 l

[1]) În această categorie au fost incluse şt butoaiele de lemn şi de metal cu capacitatea înscrisă, servind şi ca măsuri, cu excepţia celor destinate ca ambalaje şi care nu sînt supuse verificării obligatorii.

Scanned with OKEN Scanner

(capacitatea reală [1]) fiind determinată prin verificare). Butoaiele metalice pot fi de capacităţile indicate în tabela 107, capacitatea lor reală [1]) trebuind să fie mai mare decît cea nominală pentru eventuala dilatare a lichidului. Verificarea se face iniţial şi la fiecare 2 ani, în conformitate cu prevederile din Instrucţiunile 31-53;

Tabela 107

Capacităţile butoaielor metalice

Capacitatea nominală l	Capacitatea reală[1]) l
50	51,5...52
100	103...104,5
200	206...210
300	309...315
400	402...420

— *cisterne-auto:* recipiente de capacitate mare, folosite la măsurarea şi transportul de lichide (produse petroliere, uleiuri, alcool etc.). Sînt montate pe şasiuri de automobile, pe remorci destinate oricărui fel de tracţiune sau pe platforma autocamionului (pe glisiere cu dispozitive de fixare). Pot fi: cu descărcare completă (cu un compartiment sau cu mai multe compartimente), cu descărcare parţială măsurată (cu rezervor auxiliar de debitat cantităţi fixe sau cu contor volumetric). Fiecare cisternă sau compartiment de cisternă (fig. 136) se compune din: corpul cisternei *1*, domul *2* (care are pe capac gura de umplere *3* cu căpăcelul său), orificiul pentru observarea umplerii *4* tubul de ventilaţie *5* şi avertizorul de nivel *6* care este facultativ, pe peretele domului, şi interior fiind fixat indicele *7* pentru capacitate şi dispozitivul de scurgere (care se compune din elementul de racordare în formă de T, *8*, şi care la partea sa inferioară este prevăzut cu un dop *9* pentru curăţirea cisternei, conducta de scurgere *10*, robinetul de închidere terminal *11* cu cep, cu sertar sau cu ventil, ventilul de siguranţă facultativ *12*, aflat în interiorul cisternei şi care se manevrează cu o tijă *3* trecută etanş prin corpul cisternei. La partea cea mai de sus a corpului cisternei sau compartimentului se află montat un robinet *14* pentru eliminarea aerului. Se construiesc din tablă de oţel, asamblarea făcîndu-se prin nituire sau prin sudură. Capacitatea se înscrie pe plăcuţa de inscripţii şi ea se stabileşte cu ocazia calibrării (la verificarea iniţială). Dacă la verificările ulterioare se constată o modificare

[1]) În sensul de capacitate determinată prin verificare

Scanned with OKEN Scanner

de ± 2%, inscripția capacității se înlocuiește cu noua valoare. În condițiile obișnuite de exploatare se admit diferențe de ±5% față de capacitatea nominală înscrisă pe plăcuță. Capacitatea cisternelor de la 1 000

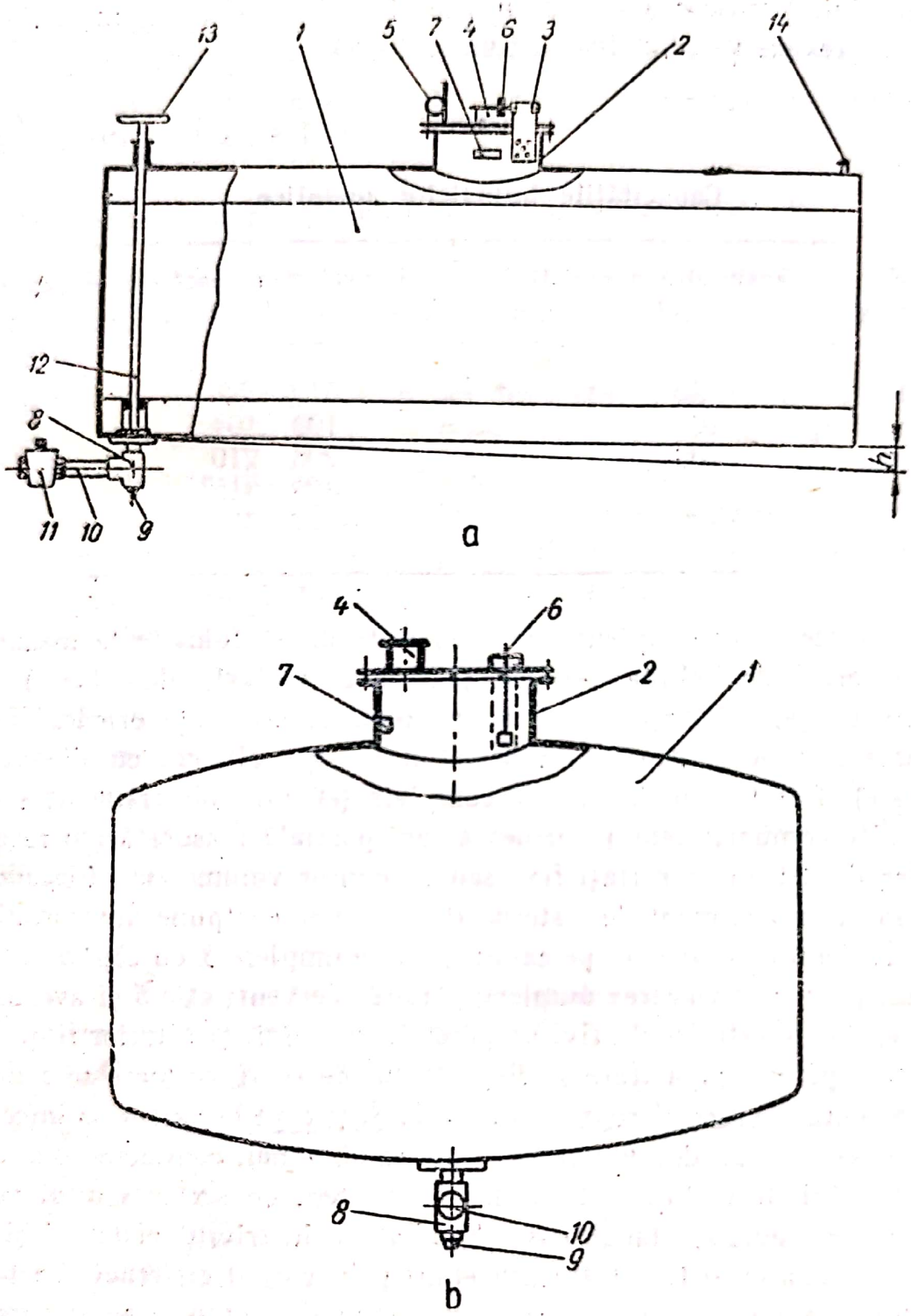


Fig. 136. Cisternă-auto.

pînă la 4 000 l va fi (pe cît posibil) multiplu de 500 l, iar la cele peste 4 000 l, un multiplu de 1 000 l. Capacitatea unei cisterne: minimum 1000 l iar a unui compartiment, minimum 500 l. Placa de inscripții (din metal neferos) trebuie să aibă dimensiunile de 15 × 8 cm. Ea se fixează pe

Scanned with OKEN Scanner

partea dreaptă a cisternei (privind din față) între 30 și 90 cm de la partea superioară și poartă următoarele inscripții: denumirea sau emblema întreprinderii beneficiare, anul de fabricație, numărul de identificare al cisternei, numărul de circulație al autovehiculului, capacitatea nominală a cisternei respectiv a fiecărui compartiment, în litri, numerotarea compartimentelor fiind făcută din față spre spate. Pe colțurile plăcuței se aplică picături de aliaj pe care se imprimă marca de verificare. Stabilirea și verificarea capacității se fac prin metoda volumetrică sau gravimetrică (vezi la Metode). Verificările se fac inițial și periodic, la fiecare 2 ani, în conformitate cu prevederile din Instrucțiunile 60-54;

— *rezervoare metalice folosite la depozitarea și măsurarea produselor petroliere* sînt recipiente de capacitate mare. Pot avea formă cilindrică (verticală sau orizontală), sferică, sferoidală sau paralelipipedică și pot fi pe sol, îngropate parțial sau total. Virolele pot fi montate telescopic imbricat (telescopic cu baza superioară lărgită ca olanele), alternativ și mixt, ele putînd fi nituite sau sudate. Dispozitivul pentru măsurarea nivelului cu care sînt dotate poate fi: dispozitiv cu scară gradată (fereastră de vizare sau tub de nivel, dispozitiv pentru măsurarea cu rigla (știanga) sau ruleta; dispozitiv pentru determinarea în funcție de presiunea hidrostatică. Pentru a fi acceptate pentru calibrare (stabilirea inițială a capacității corespunzătoare la diferite înălțimi) și pentru verificare, trebuie să aibă formă cît mai regulată și să nu prezinte deformații, să aibă construcție rigidă și poziție stabilă pe fundație (eventual să fie ancorate, cele îngropate trebuind să fie fixate), să permită accesul la ele fără pericol (cele mai mari decît 3 000 l trebuind să aibă construcția realizată în așa el încît să permită vizitarea interioară) și să fi fost supuse în prealabil probei de etanșeitate și probei hidraulice, conform standardelor. Calibrarea (respectiv și verificarea capacității) se poate face prin metodele geometrică, volumetrică și mixtă. Metoda geometrică se folosește pentru rezervoare mai mari decît 50 m³ și diametrul mai mare decît 4 m, cu formă geometrică regulată, fără deformări. Metoda volumetrică se folosește pentru rezervoare cu capacitate mai mică decît 50 m³ și diametru sub 4 m, la cele inaccesibile pentru măsurări exterioare (îngropate sau căptușite în exterior), precum și la cele cilindrice orizontale, sferice și sferoidale. Metoda mixtă se folosește numai pentru rezervoarele mai mici decît 50 m³ și diametrul mai mare decît 4 m (la care numai pentru partea de la fund se face volumetric și 3 — 4% din înălțimea totală, iar restul, prin metoda geometrică). Măsurările geometrice sînt permise numai la temperaturi ale mediului ambiant cuprinse între +5 și +35°C și numai cînd între temperatura aerului și temperatura lichidului din rezervor nu este o diferență mai mare decît 5°C, rezervorul trebuind să fie în prealabil (cel puțin cu 24 h înainte) umplut cu lichid pe o înălțime de cel puțin 80% din înălțimea sa (pentru a se obține regimul de defor-

Scanned with OKEN Scanner

mări din timpul exploatării). Metoda calibrării geometrice constă în stabilirea prin măsurări a circumferinței, în centimetri, din care se obține raza exterioară $\left(r_e = \frac{L_c}{2\pi}\right)$. Din aceasta, scăzînd grosimea tablei și a vopselii, se deduce raza interioară, cu ajutorul căreia se află suprafața secțiunii, în cm^2 și prin înmulțirea cu 1 cm se obține volumul centimetric brut, în cm^3 (pentru fiecare centimetru de înălțime, al virolei respective). Înmulțind volumul centimetric brut cu înălțimea virolei, în centimetri, se obține volumul brut total corespunzător virolei respective. În același mod se determină volumul brut al fiecărei virole și, prin însumare, se obține volumul brut total al rezervorului, în centimetri cubi. Din aceasta se scade volumul spațiilor moarte (spațiile ocupate de capetele niturilor, pieselor interne etc.) și aplicîndu-se corecțiile necesare, se determină volumul măsurat (la care se adaugă, după caz volumul calotei de fund). Metoda volumetrică necesită măsuri-etalon sau instalații-etalon cu contor [1]), completate cu măsuri-etalon de capacitate. Felul cum se fac măsurările și pozițiile pe rezervor, condițiile în care se fac, condițiile impuse utilajelor cu care se fac măsurările, calculul erorilor, modul de prezentare a rezultatelor și de înscriere a lor în actul de calibrare etc. sînt indiate în Instrucțiunile 189-64 pentru calibrarea rezervoarelor metalice folosite la depozitarea și măsurarea produselor petroliere (vezi la Metode). Rezervoarele se calibrează inițial și periodic la 5 ani (în afară de cel pînă la 5 m^3 care se calibrează la 2 ani), precum și după fiecare reparație. La recalibrare se controlează dacă rezervorul mai păstrează condițiile impuse de standarde și prin instrucțiuni, și se fac determinările de calibrare, emițîndu-se un nou certificat. Rezervoarele respinse la calibrarea inițială sau la recalibrare nu pot fi utilizate ca recipiente-măsură. Fiecare rezervor trebuie să fie prevăzut cu o placă pe care trebuie să se găsească înscrise, prin ștanțare sau prin gravare, numele sau emblema constructorului, numărul și anul de fabricație, denumirea întreprinderii posesoare și localitatea, precum și numărul de inventar, iar prin înscriere cu vopsea, numărul certificatului de calibrare, produsul pentru care este destinat, stocul mort (capacitatea pînă la punctul de măsurare) și capacitatea totală a rezervorului. Placa se fixează în apropierea orificiului de măsurare.

O b s e r v a ț i i 1. Nu s-au prezentat unele recipiente mari, cum sînt budanele, zăcătorile etc., a căror formă este foarte diferită. Men-

---

[1]) Această metodă este cea mai comodă, însă instalațiile cu contor necesită permanente verificări ale contorului (zilnic și chiar în cursul determinărilor, întrucît pot da ușor modificări în indicații). Tendința este de a se ajunge la realizarea unor instalații, care să nu producă inconveniente de acest fel.

Scanned with OKEN Scanner

ţionăm că verificarea capacităţii acestora se face volumetric, prin metoda transvazării sau cu instalaţie cu contor-etalon (vezi la Metode). 2. Pentru măsurile de capacitate din sticlă, de laborator, aflate actualmente în uz şi gradate în unităţi sau în subunităţi ale litrului metrologic, pînă la înlocuirea lor cu altele gradate în unităţi SI şi interzicerea lor la folosire, verificările urmează a se face ca şi pînă acum, în unităţile în care sînt gradate.

C. *METODE ŞI INSTALAŢII PENTRU MĂSURAREA ŞI VERIFICAREA CAPACITĂŢII*

a. **Metoda gravimetrică** [1])

Metoda gravimetrică constă în stabilirea capacităţii unui recipient prin cîntărirea unui lichid (de densitate măsurată sau cunoscută) turnat sau scurs din acesta, lichidul folosit fiind apa sau mercurul [2]). Notînd cu m masa lichidului şi cu ρ densitatea lui, cu m_1 masa în aer a greutăţilor cu care se face cîntărirea şi cu ρ_1 densitatea metalului [3]) din care sînt confecţionate, iar cu ρ_2 densitatea medie a aerului [4]), volumul V [care este dat de relaţia V = masă (m)/densitate (ρ)] va fi:

$$V = m_1 \frac{1 + \frac{\rho_2}{\rho} - \frac{\rho_2}{\rho_1}}{\rho}$$

Notînd $\frac{\rho_2}{\rho} - \frac{\rho_2}{\rho_1} = k$ expresia devine:

$$V = m_1 \frac{1 + k}{\rho}$$

şi dacă notăm $\frac{1 + k}{\rho} = C$ atunci

$$V = m_1 C.$$

Ţinînd seamă şi de coeficientul de dilataţie al sticlei (în cazul măsurilor de laborator), şi de faptul că determinarea poate avea loc la o temperatură diferită de cea normală de 20°C, atunci relaţia devine

$$V = m_1 C\,[1 + \beta\,(t - 20°\text{C})].$$

---

[1]) Este metoda preferată pentru determinările de precizie.

[2]) Pentru determinările de înaltă precizie este de preferat mercurul, întrucît densitatea lui fiind de aproximativ 13,5 ori mai mare decît a apei, masa lui se poate determina cu o precizie mai mare decît a apei de acelaşi volum.

[3]) Alamă, cu densitatea 7,64160 g/cm³.

[4]) Densitatea medie a aerului este de 0,00129 g/cm³.

Scanned with OKEN Scanner

Notînd:

$$C\,[1 + \beta\,(t - 20°C)] \text{ cu } C_1,$$

atunci

$$V = m_1 C_1.$$

În practica verificărilor se folosesc date din tabele pentru diferite valori de capacitate cărora le corespund anumite mase și invers, pentru diferite valori de mase, cărora le corespund anumite capacități, ținîndu-se seamă și de temperatură.

În tabela 108 sînt indiate valorile factorului de transformare cu care se înmulțește valoarea masei cîntărite a mercurului conținut de un recipient, pentru a avea capacitatea la 20°C (la măsuri de laborator, de exemplu la pipete, biurete etc.). Cîntărirea se face cu greutăți-etalon din alamă.

Tabela 108

Factorul de transformare pentru temperatura de 20°C, folosit la determinarea capacității prin cîntărirea cantității de mercur

Temp. Hg °C	Factorul de transformare	Temp. Hg °C	Factorul de transformare	Temp Hg °C	Factorul de transformare
0	0,073589	10	0,073703	20	0,073817
0,5	73595	10,5	73709	20,5	73823
1	73601	11	73715	21	73829
1,5	73606	11,5	73720	21,5	73834
2	73612	12	73726	22	73840
2,5	73618	12,5	73732	22,5	73846
3	73623	13	73737	23	73851
3,5	73629	13,5	73743	23,5	73857
4	73635	14	73749	24	73863
4,5	73641	14,5	73755	24,5	73869
5	73646	15	73760	25	73874
5,5	73652	15,5	73766	25,5	73880
6	73658	16	73772	26	73886
6,5	73663	16,5	73777	26,5	73891
7	73669	17	73783	27	73897
7,5	73675	17,5	73789	27,5	73903
8	73680	18	73794	28	73908
8,5	73686	18,5	73800	28,5	73914
9	73692	19	73806	29	73920
9,5	73698	19,5	73811	29,5	73926
				30	0,073931

Scanned with OKEN Scanner

La determinarea capacității cisternelor-auto prin metoda gravimetrică, bascula-pod pe care se fac cîntăririle trebuie să fie verificată special înainte de determinările respective, admițîndu-se o eroare tolerată de 1‰ din sarcina de pe platformă, pentru valori cuprinse între 20 și 100% din sarcina maximă.

b. Metoda volumetrică

Metoda volumetrică constă în compararea măsurilor de verificat cu măsuri-etalon [1]), prin transvazarea lichidului din măsura-etalon în cea de verificat (de exemplu la cilindri gradați, baloane cotate etc.) sau din măsura de verificat în cea etalon (de exemplu la pipete), ținîndu-se seamă de temperatură. Pentru verificări în serie s-au realizat multe și diferite feluri de instalații, dintre care amintim [2]):

Instalație cu pipetă-etalon cu lărgire sferică (rezervor) (fig. 137) se compune dintr-o pipetă cu lărgire sferică *1* (rezervor) prevăzută cu tubul de scurgere *2* care se închide cu robinetul *3*. Alimentarea pipetei se face din rezervorul *6* racordat la tubul orizontal *5* prevăzut cu robinetul *4*. Tubul superior al pipetei are trasat un reper circular (0), iar tubul de scurgere trei repere circulare corespunzătoare capacității nominale a vaselor care se măsoară (de exemplu baloane cotate). Instalații asemănătoare cu pipetă corespunzătoare se folosesc la toate tipurile de măsuri de capacitate cl. 2 de precizie, inclusiv la măsuri de capacitate din sticlă sau metalice de uz comercial. O variantă des folosită o prezintă instalația din fig. 138 pentru verificarea biuretelor cl. 2, la care pipeta-etalon *M* are la partea superioară o scară gradată în 0,01 cm³, la partea inferioară un reper zero (0), un tub lateral cu robinet *1* și, sub acesta, un alt tub lateral, cu robinet de golire. Biureta de verificat se așază alături, ca în sigură, se umple biureta de verificat *V* deasupra reperului zero (0) și, de asemenea, tot pînă la reperul zero (0) se umple și pipeta-etalon; se controlează dacă nu au rămas bule de aer pe tuburi, se stabilește meniscul tangent la reperul zero atît la biuretă, cît și la pipeta-etalon, apoi după ce s-a închis robinetul de golire *2*, se lasă să treacă apa din biuretă în pipeta-etalon, pînă la reperul de verificat, cu 5 mm mai sus, se așteaptă 30 s și deschizînd ușor robinetul *1* se lasă să ajungă meniscul tangent la reper. Se închide robinetul *1* și se face citirea la scara pipetei-etalon. În același mod se continuă pentru toate reperele de verificat ale biuretei.

---

[1]) Forma și capacitatea măsurilor-etalon (incluse sau nu în instalații speciale) depind de forma și capacitatea măsurilor care se verifică.

[2]) Instalațiile existente reprezintă variante ale celor prezentate.

Scanned with OKEN Scanner

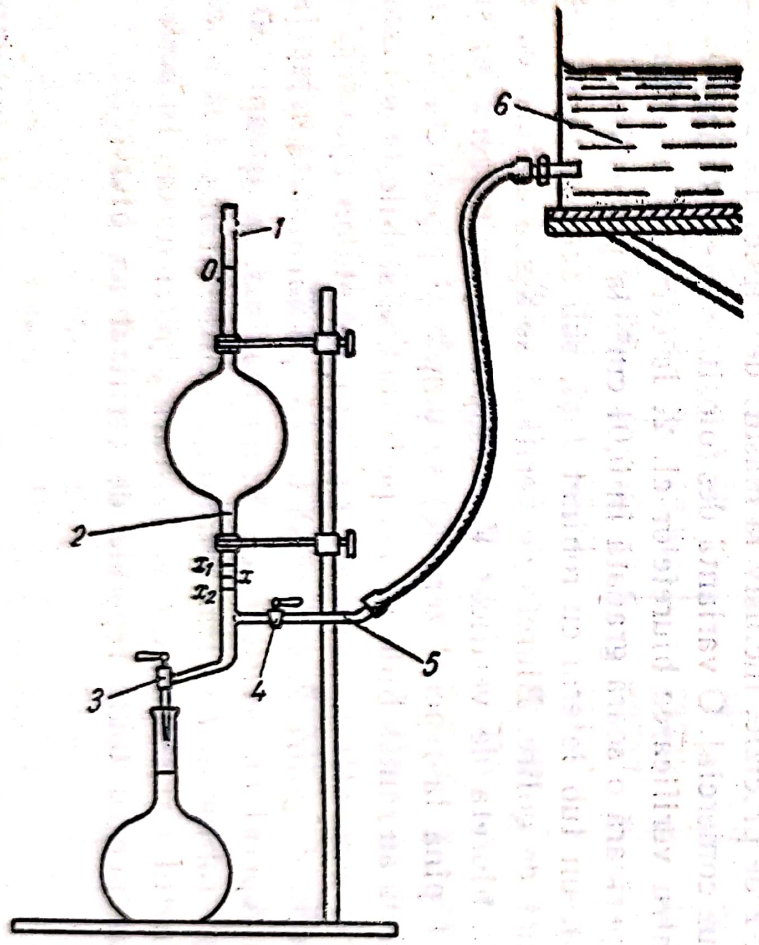


Fig. 137. Instalaţie cu pipetă etalon cu lărgire sferică.

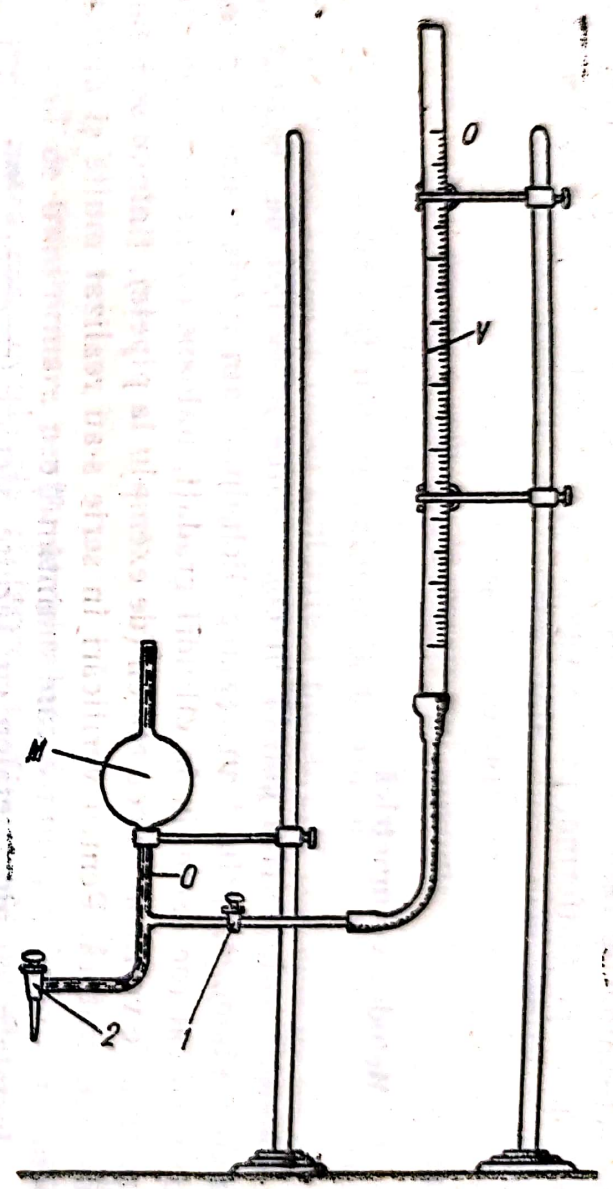


Fig. 138. Instalaţie pentru verificarea biuretelor (clasa 2 de precizie).

Instalaţie (staţie) cu unul sau cu mai multe rezervoare cu scări gradate (fig. 139, *a* şi *b*), la care fiecare rezervor este prevăzut cu un tub de nivel *4* şi o riglă gradată *3*. Umplerea conductorului se face prin conducta *5* de la reţeaua de apă sau prin pompare de la un bazin. Nivelul zero se sta-

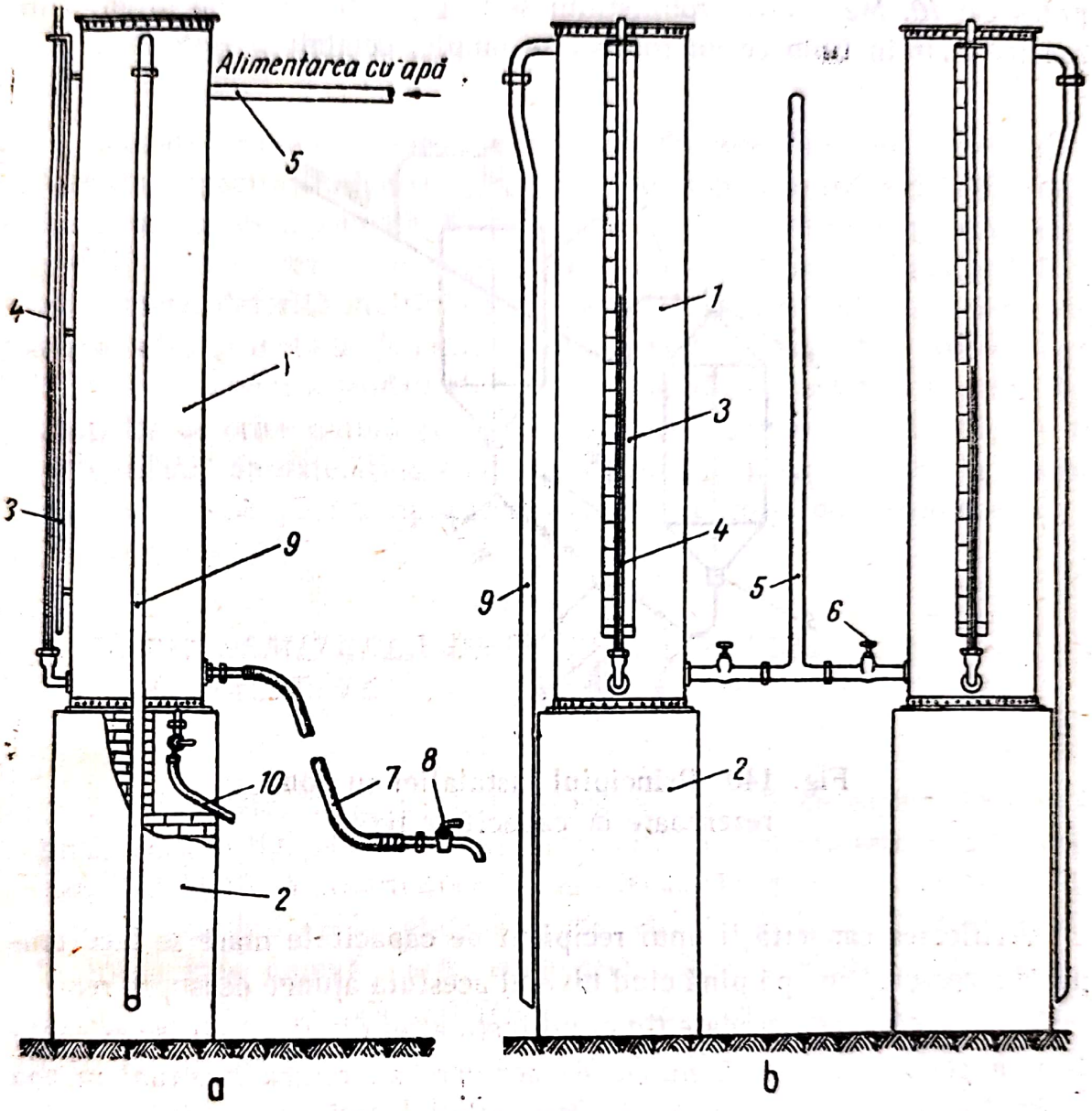


Fig. 139. Instalaţie pentru verificarea capacităţii recipienţilor mari: *a* — cu un singur rezervor; *b* —cu două rezervoare.

bileşte prin ţeava de preaplin *9*, golirea în recipientul de verificat (cisternă-auto, butoi etc.) se face prin furtunul *7* prevăzut cu robinetul *8* şi furtunul *10*.

Instalaţie cu două rezervoare de capacitate fixă (fig. 140) compusă din rezervoarele cilindrice cuplate *1* şi *2*, cu părţile inferioare conice, a căror capacitate fixă se obţine printr-un dispozitiv cu bilă *3* care închide

Scanned with OKEN Scanner

robinetul de intrare a apei cînd rezervorul s-a umplut, sau printr-un preaplin. Rezervoarele au la partea inferioară conductele *6* şi *7* care folosesc atît la umplere, cît şi la golire, a căror racordare la rezervoare este făcută printr-un dispozitiv cilindric transparent *5*. Conductele *6* şi *7* sînt unite cu conducta de scurgere *9* şi cu cea de umplere *8* printr-un robinet cu patru căi *10*. Manevrarea robinetului se face printr-o tijă cu pîrghie, în aşa fel încît în timp ce un robinet se umple, celălalt se goleşte.

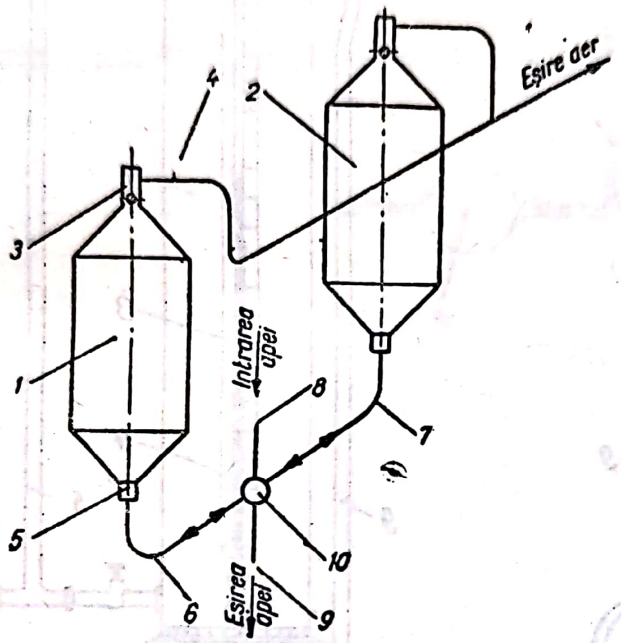


Fig. 140. Principiul instalaţiei cu două rezervoare de capacitate fixă.

Verificarea capacităţii unui recipient de capacitate mare se face umplînd rezervorul cu apă pînă cînd nivelul acestuia ajunge deasupra reperului zero al scării sale gradate (în cazul instalaţiei din fig. 139), se aşteaptă 10 min pentru ca să iasă bulele de aer care au rămas eventual în apă şi care se îndepărtează de pe pereţii rezervorului prin lovituri uşoare. Se aduce nivelul lichidului din rezervor la reperul zero al scării gradate, după care se goleşte în recipientul de măsurat sau de verificat. În cazul cînd capacitatea recipientului de verificat este mai mare decît aceea a rezervorului staţiei (în cazul instalaţiei cu un singur rezervor), verificarea se face golind complet, de mai multe ori, rezervorul staţiei. Porţiunea rămasă goală din recipientul de verificat, inferioară unui rezervor, se completează urmărindu-se pe scara gradată a instalaţiei cantitatea pînă la umplere. În cazul instalaţiilor cu capacitate fixă, completarea cantităţii inferioare unui rezervor plin se realizează cu măsuri-etalon

Scanned with OKEN Scanner

Instalaţie cu contor, la care lichidul cu care se umple recipientul de verificat este măsurat cu un contor; instalaţia este uşor de manevrat şi deci metoda este comodă. Necesită însă contoare foarte precise ($3^0/_{00}$) şi permanenta lor verificare (înaintea fiecărei serii de măsurări).

c. Metoda geometrică

Metoda geometrică constă în măsurări de dimensiuni şi calcularea volumului capacităţii. Pentru unele cazuri (seringi) s-au realizat calibre de dimensiuni corespunzătoare. Se utilizează la rezervoare mari, budane etc., cu condiţia de a avea forme geometrice regulate. Este cea mai susceptibilă de erori mari, datorită multiplelor măsurări de dimensiuni. În această categorie intră şi metoda de cotit cu dublu-metrul, care este o metodă aproximativă, interzisă pentru stabilirea capacităţii vaselor în vederea tranzacţiilor de orice natură şi care este folosită numai de autorităţi pentru determinări aproximative (estimări orientative). (Amănunte în Instrucţiunile 12—58 pentru aplicarea metodei de cotit cu dublu-metrul).

D. *TRANSMITEREA UNITĂŢII DE VOLUM (CAPACITATE)*

Schema principială de transmitere a unităţii de capacitate este reprezentată în fig. 141. Ea a fost întocmită în conformitate cu prevederile din STAS 810-58 pentru clasificarea etaloanelor şi indică, în ordine numerică, pornind de la etaloanele de vîrf pînă la mijloacele folosite în măsurările curente, atît etaloanele, cît şi metodele, prin care se realizează transmiterea unităţii de măsură, în scopul realizării exactităţii şi uniformităţii măsurilor în toată ţara (Schema este aplicabilă atît pentru transmiterea unităţii de măsură la mijloacele de măsurare gradate în unităţi SI, cît şi la cele gradate în unităţi sau în submultipli ai litrului metrologic).

În tabelele următoare sînt indicate unele date utile. Astfel: tabela 109 cuprinde instrucţiunile de verificare a măsurilor şi aparatelor de măsurat capacităţi apărute pînă în prezent, tabela 110 cuprinde standardele de stat din domeniul volume-capacităţi, tabela 111 cuprinde mijloacele de măsurare supuse verificării obligatorii, periodicitatea verificărilor etc., iar tabela 112 cuprinde mijloacele de măsurare din domeniul mărimilor geometrice care se verifică la locul de folosire.

Scanned with OKEN Scanner

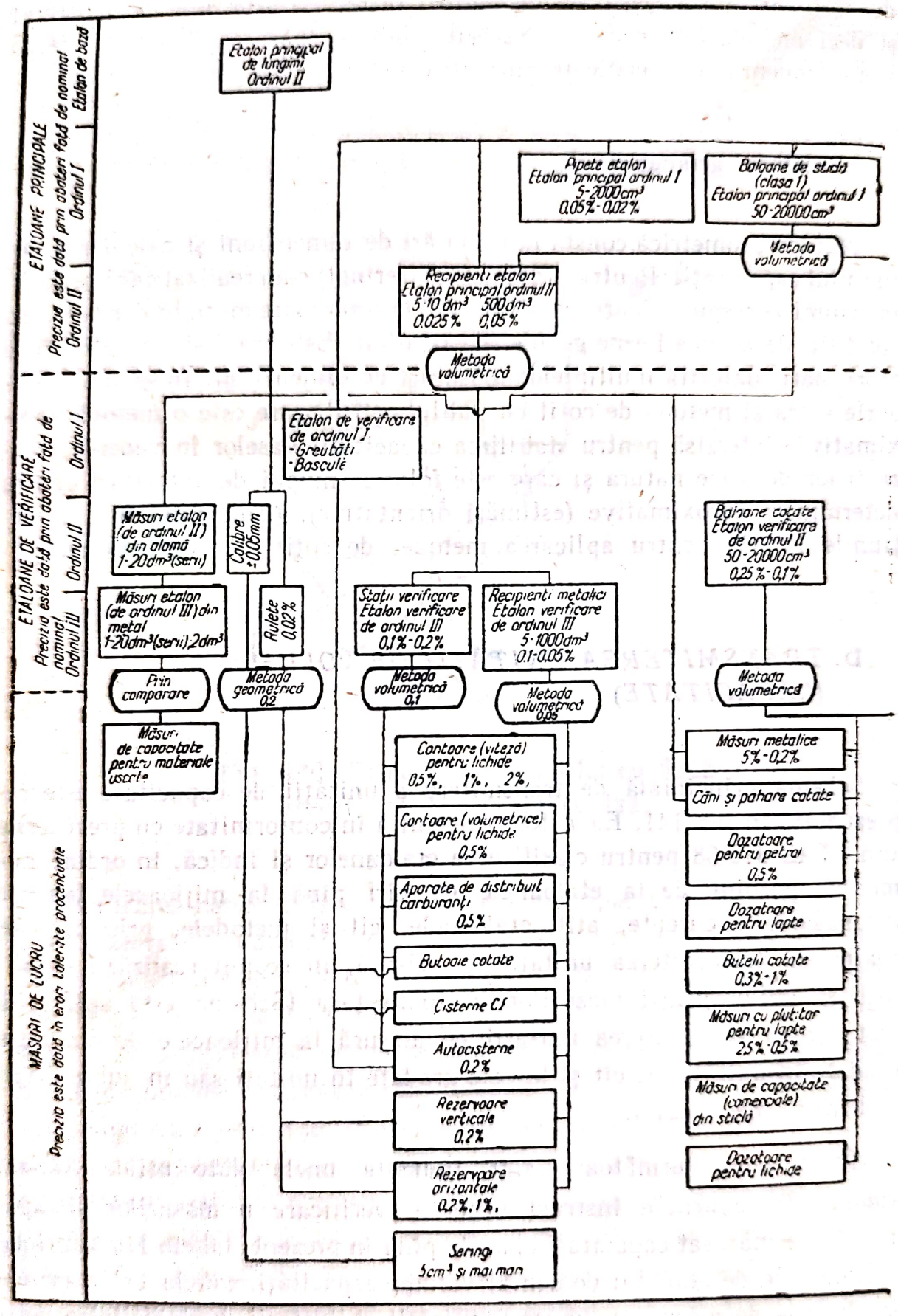
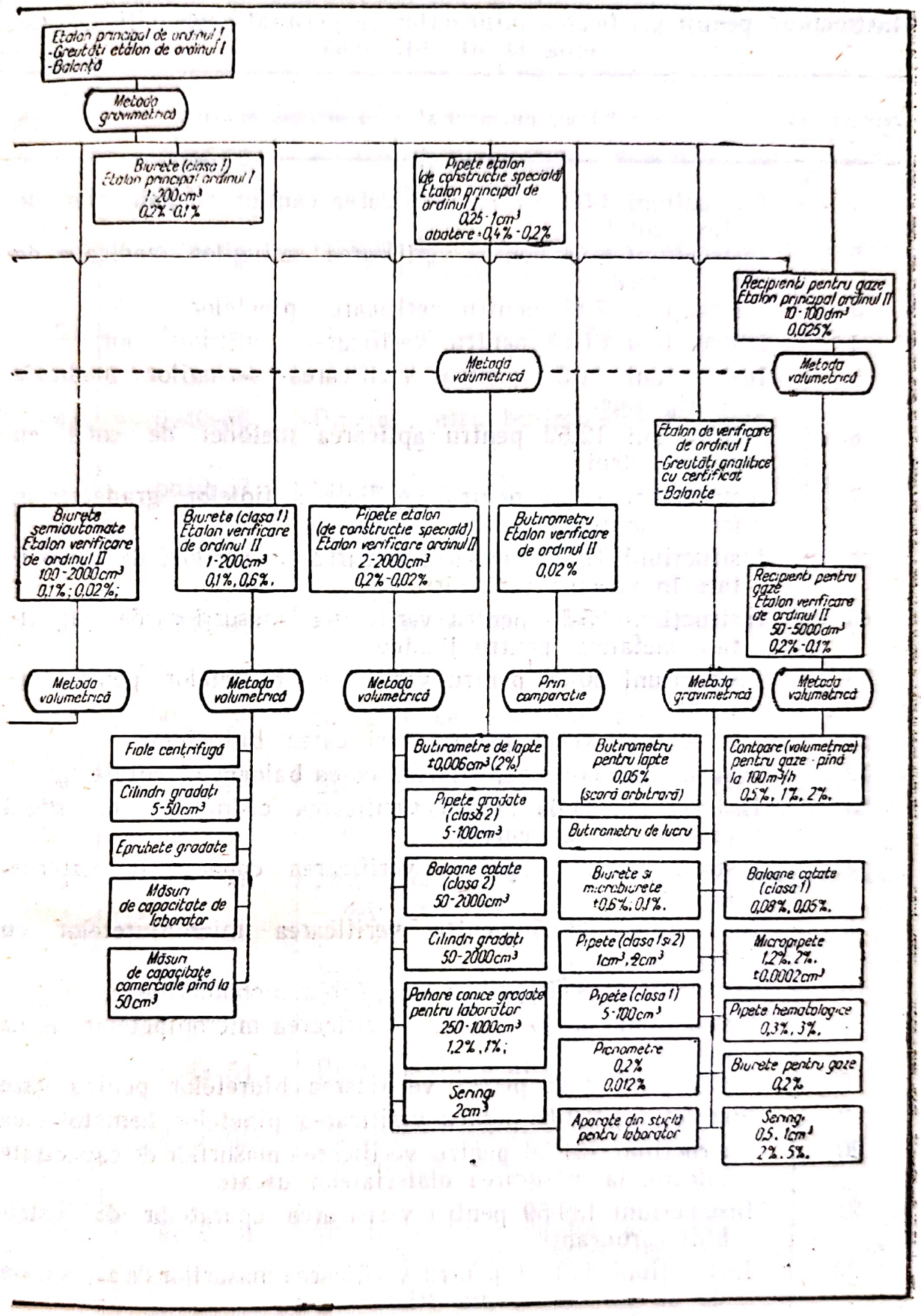


Fig. 141. Schema principială de

Scanned with OKEN Scanner

BIBLIOTECA Centrală ... IAȘI



transmitere a unității de capacitate.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 109

Instrucţiuni pentru verificarea mijloacelor de măsurat capacităţi apărute pînă la 01. 01. 1965.

Nr. crt.	Titlul, numărul şi anul ultimei apariţii
1	Instrucţiuni 4-52 pentru verificarea cănilor şi paharelor de sticlă cotate
2	Instrucţiuni 6-54 pentru verificarea seringilor medicale de tip Record
3	Instrucţiuni 7-65 pentru verificarea pipetelor
4	Instrucţiuni 61-65 pentru verificarea butirometrelor
5	Instrucţiuni 11-52 pentru verificarea seringilor medicale de tip Luer
6	Instrucţiuni 12-52 pentru aplicarea metodei de cotit cu dublu-metrul
7	Instrucţiuni 17-65 pentru verificarea fiolelor gradate, în formă de pară, pentru centrifugă
8	Instrucţiuni 19-52 pentru pregătirea măsurilor de capacitate în vederea verificării lor
9	Instrucţiuni 25-53 pentru verificarea măsurilor de capacitate metalice, pentru lichide
10	Instrucţiuni 30-65 pentru verificarea biuretelor pentru lichide.
11	Instrucţiuni 31-53 pentru verificarea butoaielor
12	Instrucţiuni 34-65 pentru verificarea baloanelor cotate
13	Instrucţiuni 39-65 pentru verificarea cilindrilor de sticlă gradaţi, de uz curent
14	Instrucţiuni 60-54 pentru verificarea capacităţii cisternelor auto
15	Instrucţiuni 62-65 pentru verificarea microbiuretelor cu robinet
16	Instrucţiuni 78-65 pentru verificarea picnometrelor
17	Instrucţiuni 88-65 pentru verificarea micropipetelor de uz curent
18	Instrucţiuni 99-65 pentru verificarea biuretelor pentru gaze
19	Instrucţiuni 103-65 pentru verificarea pipetelor hematologice
20	Instrucţiuni 131-58 pentru verificarea măsurilor de capacitate folosite la măsurarea materialelor uscate
21	Instrucţiuni 139-59 pentru verificarea aparatelor de distribuit carburanţi
22	Instrucţiuni 143-59 pentru verificarea măsurilor de capacitate de uz comercial, din sticlă
23	Instrucţiuni 163-61 pentru verificarea măsurilor cu plutitor pentru lapte

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 110

Standarde de stat (STAS) din domeniul volume-capacităţi

Nr. crt.	Numărul şi anul	Titlul standardului
1	4024–59	Măsuri de capacitate. Măsuri metalice pentru lichide.
2	4095–53	Măsuri de capacitate din sticlă pentru laborator. Cilindri gradaţi.
3	4094–53	Măsuri de capacitate din sticlă pentru laborator. Pipete de uz curent.
4	5240–56	Pipete pentru butirometre de lapte.
5	5610–57	Sticlărie de laborator. Baloane Kjeldahl.
6	5550–57	Sticlărie de laborator. Biuretă fără robinet.
7	6448–61	Sticlărie de laborator. Eprubete gradate obişnuite.
8	4876–59	Sticlărie de laborator. Fiole de cîntărire.
9	6076–59	Sticlărie de laborator. Pipetă pentru determinarea vitezei de sedimentare a hematiilor.
10	5346–56	Instrumente medicale. Seringă tip Record. Condiţii generale.
11	5347–56	Instrumente medicale. Tub de sticlă pentru seringă tip Record.
12	4343–54	Butirometru pentru lapte.
13	4908–61	Construcţii cuvile şi industriale. Arii şi volume convenţionale.
14	5479–56	Încercări de laborator ale betoanelor. Determinarea volumului de aer din betonul proaspăt.
15	2639–60	Căni şi pahare de sticlă cotate.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 111

Mijloace de măsurare a capacității, cuprinse la verificare

Nr. poz.	Denumirea mijloacelor de măsurare	Termen max. în ani, sau la fabricație, reparație ori import	Obs.
1	Cilindri, eprubete gradate, eritrosedimetre, pîlnii pentru colesterină, pîlnii de separare, pahare gradate, fiole de centrifugă pentru produse petroliere, coturi Dean Stark, albuminometre, vase conice Inhoff etc.	F.R.I.	—
2	Cilindri etalon	1	O.S.M.
3	Biurete simple, automate și microbiurete pentru lichide	F.R.I.	—
4	Biurete și microbiurete etalon	1	O.S.M.
5	Biurete pentru gaze	F.R.I.	—
6	Pipete gradate, cu bulă și automate	F.R.I.	—
7	Pipete gradate etalon, cu bulă și automate	1	O.S.M.
8	Etaloane pentru verificarea cilindrilor gradați și celor similare	1	O.S.M.
9	Micropipete	F.R.I.	—
10	Butirometre pentru brînză	2	O.S.M.
11	Butirometre etalon	1	O.S.M.
12	Butirometre pentru lapte și smîntînă	2	O.S.M.
13	Baloane cotate	F.R.I.	—
14	Baloane cotate etalon	1	O.S.M.
15	Seringi verificate gravimetric sau volumetric	F.R.I.	O.S.M.
16	Seringi verificate geometric	F.R.I.	O.S.M.
17	Picnometre etalon	1	O.S.M.
18	Picnometre	F.R.I.	—
19	Măsuri de capacitate etalon, din metal, pentru lichide	1	O.S.M.
20	Măsuri de capacitate etalon, din sticlă, pentru lichide	2	O.S.M.
21	Măsuri de capacitate, din metal, pentru lichide	1	—
22	Măsuri de capacitate, din sticlă, pentru lichide	F.R.I.	—

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 111 (continuare)

Nr. poz.	Denumirea mijloacelor de măsurare	Termen max. în ani, sau la fabricaţie, reparaţie ori import	Obs.
23	Vase pentru măsurat şi transportat băuturi alcoolice, uleiuri, produse petroliere, pînă la 50 litri inclusiv	2	O.S.M.
24	Vase pentru măsurat şi transportat băuturi alcoolice, uleiuri şi produse petroliere, pentru 50 litri	2	O.S.M.
25	Cisterne mobile pînă la 5000 litri inclusiv, cu un compartiment	2	O.S.M.
26	Cisterne mobile pînă la 5000 litri inclusiv, cu două compartimente	2	O.S.M.
27	Cisterne mobile pînă la 5000 litri inclusiv, cu trei compartimente	2	O.S.M.
28	Cisterne mobile peste 5000 litri	2	O.S.M.
29	Cisterne de cale ferată	3	O.S.M.
30	Rezervoare, budane, zăcători, tocitori, linuri, pînă la 5000 litri inclusiv [1])	2	—
31	Rezervoare, budane, zăcători, tocitori, linuri, de la 5000 pînă la 10000 litri inclusiv [1])	5	—
32	Rezervoare, budane, zăcători, tocitori, linuri de la 10 000 pînă la 200 000 litri inclusiv [1])	5	—
33	Rezervoare, budane, zăcători, tocitori, linuri, de la 200 000 pînă la 1 000 000 litri inclusiv [1])	5	—
34	Rezervoare, budane, zăcători, tocitori, linuri, peste 1 000 000 l [1])	5	—
35	Aparate de distribuit produse petroliere[1])	1	O.S.M.
36	Aparate pentru distribuit lapte, sirop, bere etc. [1])	1	O.S.M.
37	Măsuri cu plutitor pentru lapte	1	O.S.M.
38	Instalaţii pentru verificarea măsurilor de capacitate [1])	1	O.S.M.

Notă:

Mijloacele de măsurare notate cu semnul [1]) se verifică la „unităţile" posesoare.

Scanned with OKEN Scanner

Mijloace de măsurare din domeniul mărimilor geometrice care se verifică la locul de folosire

— Optimetre, comparatoare Abbe, ultraoptimetre, opticatoare şi microluxe.
— Microscoape de atelier.
— Microscoape universale.
— Dioptimetre
— Comparatoare de 1 m.
— Maşină universală de măsurat lungimi.
— Planimetre universale.
— Microscoape duble.
— Rezervoare, budane, zăcători, tocitori, linuri, pînă la 5 000 litri inclusiv.
— Rezervoare, budane, zăcători, tocitori, linuri, de la 5 000 pînă la 10 000 litri inclusiv.
— Rezervoare, budane, zăcători, tocitori, linuri, de la 10 000 pînă la 200 000 litri inclusiv.
— Rezervoare, budane, zăcători, tocitori, linuri, de la 200 000 pînă la 1 000 000 litri inclusiv.
— Rezervoare, budane, zăcători, tocitori, linuri, peste 1 000 000 litri.
— Aparate de distribuit produse petroliere.
— Aparate pentru distribuit lapte, sirop, bere etc.
— Instalaţii pentru verificarea măsurilor de capacitate.

*

* *

Volumul al doilea al acestei lucrări va cuprinde mărimile mecanice, electrice, termice, analitice, fotometrice, acustice etc., precum şi indicaţiile necesare pentru organizarea laboratoarelor metrologice. La sfîrşitul volumului al doilea va exista un index de noţiuni pentru întreaga lucrare.

BIBLIOTECA
Centrală Regională
IAŞI

Scanned with OKEN Scanner

În 1965 au apărut:

Simbotin, C., Tanasiciuc, Cl.
Comutația statică în automatică și telemecanică.

Kozlov, G. D.
Noi elemente magnetice fără contacte.
Traducere din limba rusă.

Krassov, I. M.
Elementele sistemelor de reglare automată hidraulice.
Traducere din limba rusă.

Foiaș, P., Theil, G.
Tehnica automatizării în industria poligrafică.

Kagan, B. M., Ter-Mikaelian, T. M.
Rezolvarea problemelor inginerești cu calculatoare numerice.
Traducere din limba rusă.

* * *

Automatică, Telemecanică, Metrologie, nr. 3.
Culegere de articole originale și traduse.

* * *

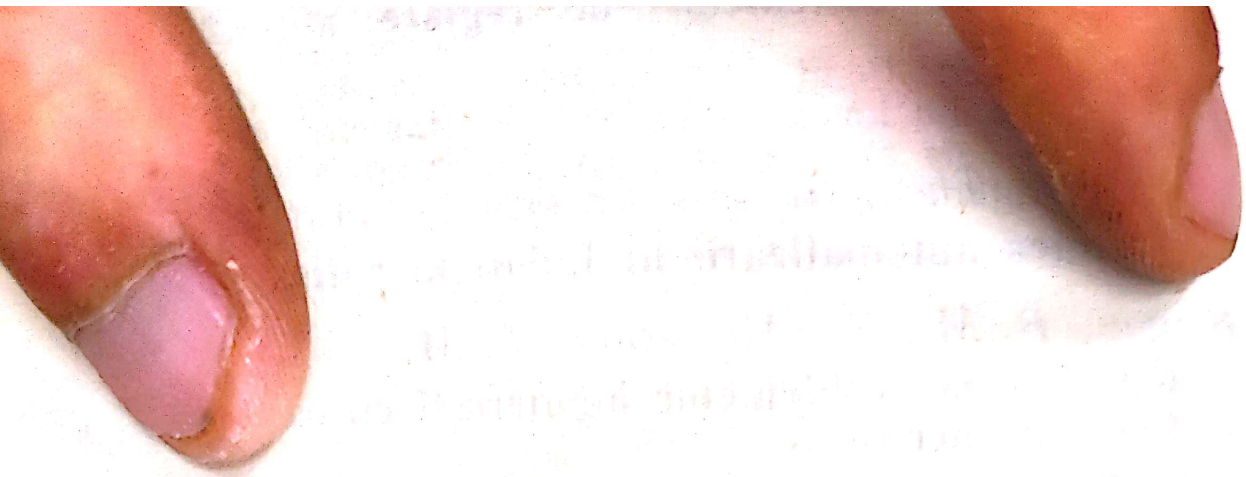
Automatică, Telemecanică, Metrologie, nr. 4.
Culegere de articole originale și traduse.

Schächter, S., Costake, N., Niculescu, Cl.
Automatizarea complexă.

Oppelt, W.
Tehnica reglării automate.
Traducere din limba germană.

Papadache, I.
Automatica aplicată

Scanned with OKEN Scanner



531.7 (083)

Redactor responsabil : Ing. PAUL ZAMFIRESCU
Tehnoredactor : ELENA GERU

Dat la cules 28.07.1965. Bun de tipar 20.12.1965. Apărut 1965. Tiraj 7500+140. Legate. Hîrtie velină de 63 g/m², 540×840/16. Coli editoriale 18,55. Coli de tipar 20,25. A. 10082/1965. C. Z. pentru bibliotecile mari 389 : 531.7. C. Z. pentru bibliotecile mici 389.

Întreprinderea Poligrafică „13 Decembrie 1918“,
Str. Grigore Alexandrescu nr. 89—97, București,
Republica Socialistă România
Comanda nr. 1394

Scanned with OKEN Scanner